



Colegio de
Postgraduados



MANEJO DE PASTIZALES

CONSERVACIÓN DEL PASTIZAL, PRODUCCIÓN ANIMAL Y BIENESTAR DEL HOMBRE

(*COMPILADORES*)

DR. JOSÉ A. TOCA RAMÍREZ

DR. MANUEL MURILLO ORTIZ

DRA. ESPERANZA HERRERA TORRES

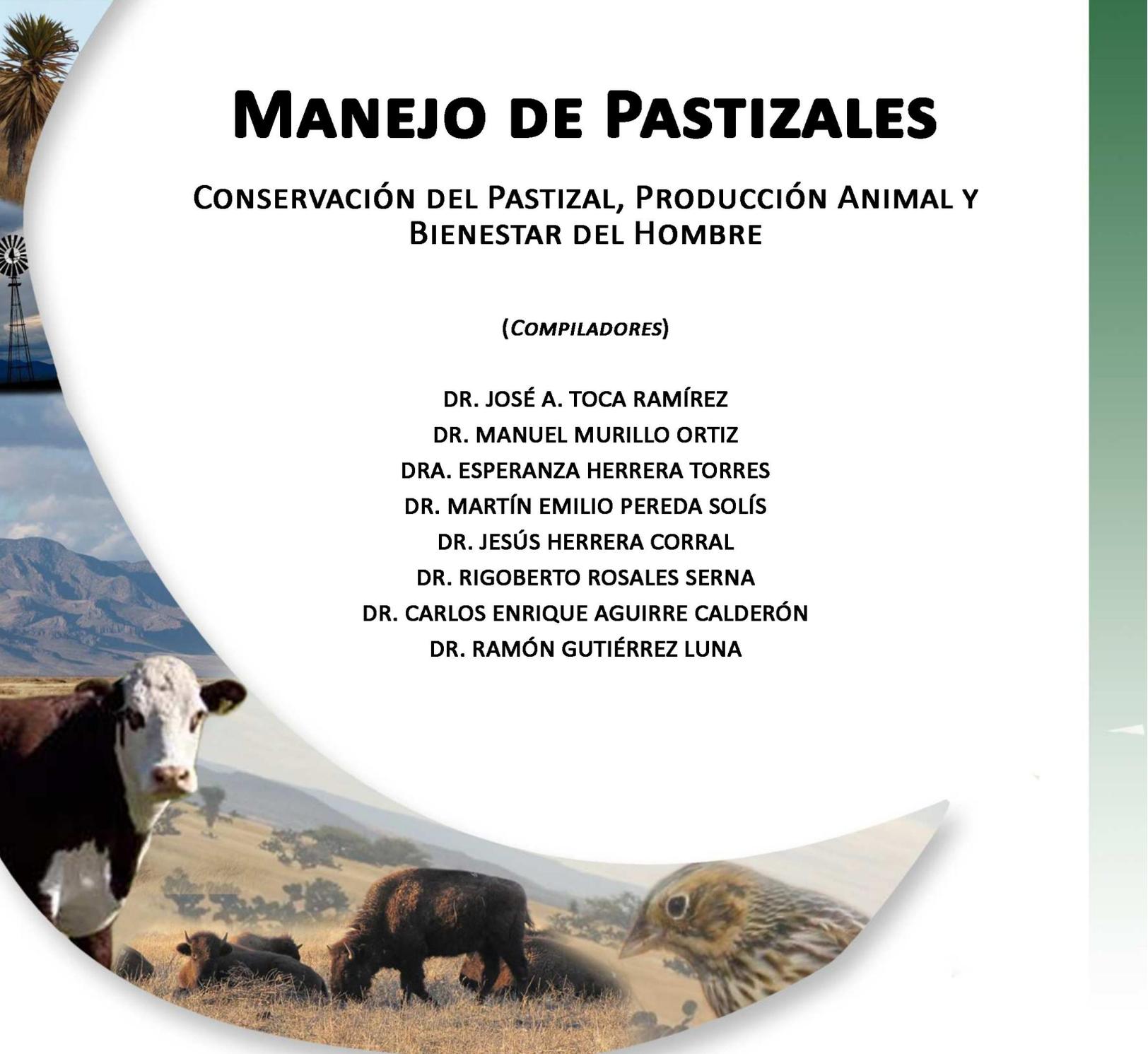
DR. MARTÍN EMILIO PEREDA SOLÍS

DR. JESÚS HERRERA CORRAL

DR. RIGOBERTO ROSALES SERNA

DR. CARLOS ENRIQUE AGUIRRE CALDERÓN

DR. RAMÓN GUTIÉRREZ LUNA





editorialujed@ujed.mx editorialujed@ujed.mx
editorialujed@ujed.mx editorialujed@ujed.mx
editorialujed@ujed.mx editorialujed@ujed.mx



UJED

UNIVERSIDAD JUÁREZ
DEL ESTADO DE DURANGO

DIRECTORIO SOMMAP

Dr. Carlos Enrique Aguirre Calderón
Presidente

Dr. Ramón Gutiérrez Luna
Secretario

Dra. Iliana Isabel Hernández Javalera
Tesorera

Dr. Pedro Jurado Guerra
Vicepresidente

Dra. Alicia Melgoza Castillo
Vocal

Dr. Sergio Beltrán López
Vocal

Dra. Rosa Elena Santos Díaz
Vocal

Dr. Adrián Raymundo Quero Carrillo
Vocal

Dra. Catalina Loredó Osti
Vocal

Dr. Mario Guadalupe Francisco Manzano Camarillo
Vocal

Dr. Humberto Ibarra González
Vocal

COMITÉ ORGANIZADOR

Dr. Francisco Oscar Carrete Carreón
Presidente

Dr. J. Fernando Sánchez Arroyo
Secretario

Dra. Mayela Patricia Gallegos de la Hoya
Tesorera

Dr. Osvaldo Reyes Estrada
Presidente suplente

M.C. Alma Patricia Santillán Sidón
Secretario suplente

M.V.Z. Fátima del Milagro Malacara Sánchez
Tesorero suplente

Dr. Manuel Murillo Ortiz
Dra. Esperanza Herrera Torres
Dr. Jesús Herrera Corral
Comité Científico

Dr. José A. Toca Ramírez
Dr. Rigoberto Rosales Serna
Dr. Carlos E. Aguirre Calderón
Dr. Ramón Gutiérrez Luna
Comité Editorial

Dr. Martín Emilio Pereda Solís
Dr. Adrián Raymundo Quero Carrillo
Comisión Conferencias Magistrales

M. C. Rafael Jiménez Ocampo
Comisión de Talleres

Dr. Carlos Raúl Morales Nieto
Coordinador Taller de producción de semillas de pastos

Dr. Adrián Raymundo Quero Carrillo
Coordinador Taller manejo de pastoreo

Dra. Yolanda Herrera Arrieta
Taller de identificación de pastos

Dr. Martín Emilio Pereda Solís
Taller de identificación de aves de pastizal

M.C. José Arnulfo Rivera Ahumada
Ing. Víctor Simental Rodríguez
Comisión de stands comerciales

Ing. Pablo Alfredo Domínguez Martínez
M.C. Ericson Basave Villalobos
Comisión de posters

M.C. Darío Cisneros Arreola
M. C. Patricia de la Barrera Zamora
Comisión de presentaciones orales

M.V.Z. Manuel Armando Salazar Borunda
Coordinador de Concurso de Fotografía

Dra. Yolanda Herrera Arrieta
Coordinadora de Concurso de Identificación de pastos

M. C. Daniel Serio Pámanes García
Coordinador Encuentro de productores

Compiladores

Dr. José A. Toca Ramírez
Dr. Manuel Murillo Ortiz
Dra. Esperanza Herrera Torres
Dr. Martín Emilio Pereda Solís
Dr. Jesús Herrera Corral
Dr. Rigoberto Rosales Serna
Dr. Carlos Enrique Aguirre Calderón
Dr. Ramón Gutiérrez Luna

VI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y
el bienestar del hombre”.

MANEJO DE PASTIZALES

**CONSERVACIÓN DEL PASTIZAL, PRODUCCIÓN ANIMAL Y
BIENESTAR DEL HOMBRE**



(COMPILADORES)

DR. JOSÉ A. TOCA RAMÍREZ
DR. MANUEL MURILLO ORTIZ
DRA. ESPERANZA HERRERA TORRES
DR. MARTÍN EMILIO PEREDA SOLÍS
DR. JESÚS HERRERA CORRAL
DR. RIGOBERTO ROSALES SERNA
DR. CARLOS ENRIQUE AGUIRRE CALDERÓN
DR. RAMÓN GUTIÉRREZ LUNA

UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO



Oscar Erasmo Nívar García

Rector

José Vicente Reyes Espino

Secretario General

Manuel Gutiérrez Corral

Dir. General de Administración

Martha Ofelia Núñez Álvarez

Abogada General

Alfonso Gutiérrez Rocha

Dir. de Servicios Escolares

Jacinto Toca Ramírez

Dir. de Planeación y Desarrollo Académico

EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO

Título: **Manejo de Pastizales, Conservación del pastizal, producción Animal y bienestar del Hombre.**

Primera Edición: **Septiembre del 2015.**

Diseño de Libro Digital: **Carlos Martínez Torres.**

© **D.R.:** De los Autores.

© **D.R.:** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

© **D.R.:** De esta edición, Editorial de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Constitución 404 sur. Zona Centro.

C.P. 34000

Durango, Dgo. 2015

ISBN: 978-607-503-183-5

editorialujed@ujed.mx



ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| Presentacion.- | 2 |
| Introducción.- | 4 |
| CONFERENCIAS MAGISTRALES | 6 |
| PASTOREO ACTUAL Y/O PROFESIONALIZADO. IMPORTANCIA E IMPACTO | 8 |
| ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO | 8 |
| A MOLECULAR PHYLOGENY OF THE CYNODONTEAE (POACEAE: CHLORIDOIDEAE) AND A NEW SUBGENERIC CLASSIFICATION OF <i>BOUTELOUA</i> | 14 |
| PAUL M. PETERSON, ¹ KONSTANTIN ROMASCHENKO, ^{1,2} & YOLANDA HERRERA ARRIETA ³ | 14 |
| ECOLOGÍA, CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PASTIZALES | 20 |
| ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DE 13 GRAMÍNEAS EN CALERA DE V.R., ZACATECAS | 22 |
| MORPHOLOGICAL ATTRIBUTES OF THE THIRTEEN GRASSES IN CALERA V.R., ZACATECAS | 22 |
| FRANCISCO ANTONIO RUBIO AGUIRRE* ¹ | 22 |
| VELOCIDAD DE EMERGENCIA DE CARIÓPSIDES CLASIFICADOS Y DIÁSPORAS EN DOS PASTOS NATIVOS Y DOS INTRODUCIDOS | 27 |
| EMERGENCY SPEED IN CARYOPSIS SIZE AND DIASPORES IN TWO NATIVE AND TWO INTRODUCED GRASSES | 27 |
| FILOGONIO JESÚS HERNÁNDEZ-GUZMÁN ^{1*} , ADRIÁN RAYMUNDO QUERO-CARRILLO ² , PAULINO-PÉREZ RODRÍGUEZ ² , PATRICIA LANDA-SALGADO ³ Y PEDRO AGUILAR-LÓPEZ ⁴ | 27 |
| TASA DE CRECIMIENTO Y RADIACIÓN INTERCEPTADA DE <i>DACTYLIS GLOMERATA L.</i> SOLO Y ASOCIADO CON <i>LOLIUM PERENNE L.</i> Y <i>TRIFOLIUM REPENS L.</i> | 32 |
| GROWTH AND RADIATION INTERCEPTED OF <i>DACTYLIS GLOMERATA L.</i> ONLY AND ASSOCIATED <i>LOLIUM PERENNE L.</i> AND <i>TRIFOLIUM REPENS L.</i> | 32 |
| ADELAIDO RAFAEL ROJAS GARCÍA ^{1*} , ALFONSO HERNÁNDEZ GARAY ¹ , SANTIAGO JOAQUÍN CANSINO ² , SERGIO IBAN MENDOZA PEDROZA ³ , BERTIN MAURILIO JOAQUÍN TORRES ⁴ , PERPETUO ÁLVAREZ VÁZQUEZ ¹ Y JOEL VENTURA RIOS ¹ | 32 |
| ESTADO DE SALUD DE AGOSTADEROS EN CHIHUAHUA Y SU MANEJO | 37 |
| GRASSLAND HEALTH AND MANAGEMENT IN CHIHUAHUA STATE | 37 |
| MARIO HUMBERTO ROYO MÁRQUEZ* ¹ , J. SANTOS SIERRA TRISTÁN ¹ , JESÚS MANUEL OCHOA RIVERO ¹ , CARLOS RENÉ LARA MACÍAS ¹ , HUMBERTO LAGOS GÓMEZ ¹ Y ALICIA MELGOZA CASTILLO ² | 37 |
| INOCULACIÓN CON BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN SEMILLA DE <i>BOUTELOUA CURTIPENDULA</i> (MICHX.) TORR. | 46 |
| INOCULATION WITH PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA IN SEED OF <i>BOUTELOUA CURTIPENDULA</i> (MICHX.) TORR. | 46 |
| RAÚL PLASCENCIA JIMÉNEZ ^{1*} , ADRIÁN R. QUERO CARRILLO ² Y ROBERTO QUINTERO LIZAOLA ² | 46 |
| QUEMAS PRESCRITAS SOBRE LA MANZANITA (<i>ARCTOSTAPHYLOS PUNGENS</i> HBLK) EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LA MICHILIA | 51 |
| PRESCRIBED BURNS ON THE MANZANITA (<i>ARCTOSTAPHYLOS PUNGENS</i> HBK) IN LA MICHILIA BIOSPHERE RESERVE | 51 |
| FERNANDO QUIROZ-SÁNCHEZ ^{1*} , JESÚS RICARDO MENDOZA-FERNÁNDEZ ² , GERARDO BEZANILLA-ENRÍQUEZ ² , JUAN ÁNGEL ORTEGA-GUTIÉRREZ ² Y ALICIA MELGOZA-CASTILLO ² | 51 |

| | |
|---|-----|
| FUNCIÓN HIDROLÓGICA, ESTABILIDAD Y MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO CON PASTOS NATIVOS E INVASORES | 58 |
| HYDROLOGICAL FUNCTION, SOIL STABILITY AND ORGANIC MATTER OF SOIL WITH NATIVES AND INVASIVE GRASSES | 58 |
| MARÍA DEL RAYO HERNÁNDEZ FLORES ¹ , JORGE ISIDORO ÁVILA MORENO ¹ . JESÚS JAVIER SÁNCHEZ RAMOS ¹ , MANUELA CORAZÓN DE MARÍA VILLA ¹ , CRHISTIAN EDUARDO ÁLVAREZ ENRIQUEZ ¹ EDGAR GUSTAVO LÓPEZ SAUT ¹ , DARÍO CISNEROS ARREOLA ¹ Y MANUEL ISMAEL MATA ESCOBEDO ¹ | 58 |
| RENDIMIENTO Y CALIDAD FORRAJERA DE VARIETADES DE TRIGO Y AVENA CULTIVADAS DURANTE EL INVIERNO EN DURANGO | 63 |
| YIELD AND FORAGE QUALITY OF WHEAT AND OAT CULTIVARS GROWN DURING FALL-WINTER CROPPING CYCLE AT DURANGO | 63 |
| JESÚS LÓPEZ HERNÁNDEZ ¹ , RIGOBERTO ROSALES SERNA ¹ , RAFAEL JIMÉNEZ OCAMPO ¹ , PABLO ALFREDO DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ ^{1*} Y HÉCTOR EDUARDO VILLASEÑOR MIR ² | 63 |
| PASTA DE HIGUERILLA COMO SUPLEMENTO DE BAJO COSTO PARA NOVILLOS EN CONDICIONES DE PASTOREO | 67 |
| CASTOR BEAN MEAL AS A LOW-COST SUPPLEMENT FOR GRAZING STEERS | 67 |
| PABLO A. DOMÍNGUEZ-MARTÍNEZ ^{1*} , RAFAEL JIMÉNEZ OCAMPO ¹ , CÉSAR F. GALINDO VILLANUEVA ¹ Y RIGOBERTO ROSALES SERNA ¹ . | 67 |
| CLASIFICACION VEGETAL DE SIERRA RICA, MANUEL BENAVIDES, CHIHUAHUA | 72 |
| CLASIFICATION OF SIERRA RICA VEGETATION, MANUEL BENAVIDES, CHIHUAHUA | 72 |
| ALICIA JUÁREZ ^{1*} , AARÓN GONZÁLEZ ¹ , KIMBERLY ALCALA ¹ , ALICIA MELGOZA ¹ Y CARMELO PINEDO ¹ | 72 |
| PATRONES DE CRECIMIENTO DE CINCO GENOTIPOS DE PASTO BANDERITA [<i>BOUTELOUA CURTIPENDULA</i> (MICH.) TORR.] BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO | 78 |
| GROWTH PATTERNS OF FIVE SIDEOATS GRAMA [<i>BOUTELOUA CURTIPENDULA</i> (MICH.) TORR.] GENOTYPES UNDER GREENHOUSE CONDITIONS | 78 |
| ALAN ÁLVAREZ HOLGUÍN ¹ , CARLOS RAÚL MORALES NIETO ^{1*} , ALICIA MELGOZA CASTILLO ¹ , J. SANTOS SIERRA TRISTAN ² Y JUAN ÁNGEL ORTEGA GUTIÉRREZ ¹ | 78 |
| PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PASTOS NATIVOS BAJO RIEGO Y FERTILIZACIÓN EN EL NORTE DE MEXICO | 84 |
| NATIVE GRASS SEED PRODUCTION UNDER IRRIGATION AND FERTILIZATION IN NORTHERN MEXICO | 84 |
| EDITH SÁENZ FLORES ¹ , RUBÉN ALFONSO SAUCEDO TERÁN ² , CARLOS RAÚL MORALES NIETO ^{1*} , PEDRO JURADO GUERRA ² , CARLOS LARA MACÍAS ² , ALICIA MELGOZA CASTILLO ¹ Y JUAN ÁNGEL ORTEGA GUTIÉRREZ ¹ . | 84 |
| RESPUESTA DE GERMINACIÓN EN DIFERENTES GENOTIPOS DE <i>BOUTELOUA CURTIPENDULA</i> (MICH.) TORR. BAJO ESTRÉS HÍDRICO | 89 |
| GERMINATION RESPONSE IN DIFFERENT GENOTYPES OF <i>BOUTELOUA CURTIPENDULA</i> (MICH.) TORR. UNDER HYDRIC STRESS | 89 |
| RAÚL CORRALES LERMA ¹ , CARLOS RAÚL MORALES NIETO ^{1*} , ALAN ÁLVAREZ HOLGUÍN ¹ | 89 |
| VARIACIÓN FENOTÍPICA ENTRE ECOTIPOS DE PASTO BUFFEL [<i>PENNISETUM CILIARE</i> (L.) LINK] | 94 |
| PHENOTYPIC VARIATION AMONG ECOTYPES OF BUFFELGRASS [<i>PENNISETUM CILIARE</i> (L.) LINK] | 94 |
| RICARDO ALONSO SÁNCHEZ GUTIÉRREZ ^{1,2*} , CARLOS RAÚL MORALES NIETO ¹ , JEAN HANSON ³ , EDUARDO SANTELLANO ESTRADA ¹ , JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ⁴ , PEDRO JURADO GUERRA ⁵ Y ALICIA MELGOZA CASTILLO. ¹ | 94 |
| MORFOLOGÍA Y PRODUCCIÓN FORRAJERA DE ZACATES NATIVOS EN CHIHUAHUA | 99 |
| FORAGE MORPHOLOGY AND YIELD OF NATIVE GRASSES IN CHIHUAHUA | 99 |
| PEDRO JURADO GUERRA ^{1*} , CARLOS R. MORALES NIETO ² Y J. FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ³ | 99 |
| ESTABLECIMIENTO DE PASTO OVILLO (<i>DACTYLIS GLOMERATA</i> L.) EN UNA PRADERA INVADIDA POR MALEZAS Y PRODUCTIVIDAD ESTACIONAL | 104 |
| ESTABLISHMENT OF ORCHARD GRASS (<i>DACTYLIS GLOMERATA</i> L) IN A MEADOW INVADED BY WEEDS AND SEASONAL PRODUCTIVITY | 104 |
| MARCO ANTONIO RIVAS JACOBO ^{1*} , CAMELIA ALEJANDRA HERRERA CORREDOR ¹ Y ANABEL ROMERO DÁVILA ¹ | 104 |
| CONTROL QUÍMICO DE MALEZA PARA REHABILITACIÓN DE UNA PRADERA DE PASTO PANGOLA | 109 |

| | |
|--|-----|
| CHEMICAL WEED CONTROL FOR REHABILITATION OF A PANGOLA GRASSLAND | 109 |
| JAVIER F. ENRÍQUEZ QUIROZ ^{1*} , DANIEL MARTÍNEZ MENDEZ ² , VALENTÍN A. ESQUEDA ESQUIVEL ³ , ALFONSO HERNÁNDEZ GARAY ² | 109 |
| RENDIMIENTO DE FORRAJE DE DIFERENTES ECOTIPOS DE <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> INTRODUCIDOS DE ÁFRICA, A LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ. | 114 |
| FORAGE YIELD OF DIFFERENT ECOTYPES OF <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> INTRODUCED AFRICA, AT THE CENTRAL REGION OF VERACRUZ. | 114 |
| JAVIER F. ENRÍQUEZ QUIROZ ^{1*} , FRANCISCO E. CAB JIMENEZ ¹ , JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ² | 114 |
| RENDIMIENTO DE FORRAJE DE PASTOS TROPICALES CON FERTILIZACIÓN Y RIEGO VS MANEJO TRADICIONAL, EN LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ. SEGUNDO AÑO. | 118 |
| FORAGE YIELD OF TROPICAL GRASSES WITH FERTILIZATION AND IRRIGATION VS. TRADITIONAL MANAGEMENT IN THE CENTRAL REGION OF VERACRUZ. SECOND YEAR. | 118 |
| JAVIER F. ENRÍQUEZ QUIROZ ^{1*} , MARIBEL MONTERO LAGUNES ¹ , FRANCISCO I. JUÁREZ LAGUNES ² , FRANCISCO E. CAB JIMÉNEZ ¹ , GREGORIO NÚÑEZ HERNANDEZ ³ | 118 |
| RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE ONCE CULTIVARES DE <i>PENNISETUM PURPUREUM</i> EN TRES ÉPOCAS DEL AÑO. | 123 |
| DRY MATTER PRODUCTION OF ELEVEN CULTIVARS OF <i>PENNISETUM PURPUREUM</i> IN THREE TIMES OF THE YEAR. | 123 |
| SERVANDO REYES CASTRO ¹ , JAVIER F. ENRÍQUEZ QUIROZ ^{2*} , ALFONSO HERNÁNDEZ GARAY ¹ | 123 |
| ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES Y PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS EN PASTIZALES REHABILITADOS DE CHIHUAHUA | 128 |
| RUNOFF AND SEDIMENT YIELD IN RESTORED CHIHUAHUAN DESERT GRASSLANDS | 128 |
| HÉCTOR RAMÍREZ GARDUÑO*, J. SANTOS SIERRA TRISTÁN, ESTEBAN GUTIÉRREZ RONQUILLO. | 128 |
| ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN <i>UROCHLOA HÍBRIDO</i> (BR02/1794 cv. COBRA) DURANTE EL PERIODO DE SEQUÍA | 133 |
| GROWTH ANALYSIS IN <i>UROCHLOA HYBRID</i> (BR02/1794 cv. COBRA) DURING DROUGHT PERIOD | 133 |
| ÁLVARO BERNAL-FLORES ^{1*} , VÍCTOR HUGO VELÁZQUEZ RAMOS ¹ , RODOLFO RUÍZ RAMÓN ¹ , PAULINO PÉREZ RODRÍGUEZ ² , ESTEBAN A. PIZARRO ¹ | 133 |
| TASA DE CRECIMIENTO Y TIPO DE CALLOS EN <i>BOUTELOUA CURTIPENDULA</i> (MICHX.) TORR., INDUCIDOS CON DIFERENTES AUXINAS | 138 |
| GROWTH RATE AND TYPE CALLI IN <i>BOUTELOUA CURTIPENDULA</i> (MICHX.)TORR., INDUCED WITH DIFFERENTS AUXINS | 138 |
| ÁLVARO BERNAL-FLORES ^{1*} , ADRIÁN RAYMUNDO QUERO-CARRILLO ¹ , ALEJANDRINA ROBLEDO-PAZ ¹ , PAULINO PÉREZ-RODRÍGUEZ ¹ | 138 |
| ESTABLECIMIENTO DE PASTO OVILLO (<i>DACTYLIS GLOMERATA</i> L.) EN UNA PRADERA INVADIDA POR MALEZAS Y PRODUCTIVIDAD ESTACIONAL | 144 |
| ESTABLISHMENT OF ORCHARD GRASS (<i>DACTYLIS GLOMERATA</i> L) IN A MEADOW INVADED BY WEEDS AND SEASONAL PRODUCTIVITY | 144 |
| MARCO ANTONIO RIVAS JACOBO ^{1*} , CAMELIA ALEJANDRA HERRERA CORREDOR ¹ , ANABEL ROMERO DÁVILA ¹ | 144 |
| VIABILIDAD Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PASTO NAVAJITA PROCEDENTES DE DIFERENTES POBLACIONES NATURALES DISTRIBUIDAS EN DURANGO | 149 |
| VIABILITY AND GERMINATION OF BLUE GRAMA GRASS SEEDS FROM DIFFERENT NATURAL POPULATIONS DISTRIBUTED IN DURANGO | 149 |
| ERICKSON BASAVE VILLALOBOS ¹ , PABLO A. DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ ^{1*} , SAÚL SANTANA ESPINOZA ¹ , JOSÉ ÁNGEL SIGALA RODRÍGUEZ ¹ , RAFAEL JIMÉNEZ OCAMPO ¹ . | 149 |
| CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE TRES LEGUMINOSAS TROPICALES EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE | 154 |
| AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF THREE TROPICAL LEGUMES IN THE DRY SEASON | 154 |
| MANUEL SILVA LUNA ^{1*} , JOSÉ ORLANDO ENRÍQUEZ PINTOR ² , CÁNDIDO ENRIQUE MEDINA GUERRA ² , ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO ³ , MARIO ANTONIO VEGA LOERA ⁴ | 154 |

| | |
|--|-----|
| AMBIENTES Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE ECOTIPOS DEL GÉNERO <i>MACROPTILIUM ATROPURPUREUM</i>, DEL SUR DE MÉXICO | 159 |
| ENVIRONMENTS AND AGRICULTURAL CHARACTERISTIC OF ECOTYPES OF <i>MACROPTILIUM ATROPURPUREUM</i> GENDER, IN SOUTH OF MEXICO | 159 |
| RÉGULO JIMÉNEZ GUILLÉN ^{1*} , HUMBERTO GUADARRAMA SERRANO ² , HUMBERTO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ ² , SILVINO CARRILLO PITA ² | 159 |
| CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE HOJA DE RECURSOS GENÉTICOS DE <i>HYMENACHNE AMPLEXICAULIS</i> (RUDGE) NESS. | 165 |
| FOLIAR ANATOMICAL TRAITS WITHIN GENETIC RESOURCES OF <i>HYMENACHNE AMPLEXICAULIS</i> (RUDGE) NESS. | 165 |
| ALFREDO ARELLANO CUETO ¹ . ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO ¹ , HILDA ARACELI ZAVALA MANCERA ¹ , MARIO ANTONIO COBOS PERALTA ¹ , PAULINO PÉREZ NAVARRO ¹ , MANUEL SILVA LUNA ² . | 165 |
| ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD EN UN MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO REHABILITADO AL SUR DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE | 171 |
| ANALYSIS OF DIVERSITY IN A DESERT SHRUB REHABILITATED TO THE SOUTH OF THE CHIHUAHUAN DESERT | 171 |
| EDUARDO DE JESÚS RUIZ FERNÁNDEZ ¹ , *DANIEL RODRÍGUEZ TENORIO ¹ , RAMÓN GUTIÉRREZ LUNA ² HÉCTOR GUTIÉRREZ BAÑUELOS ¹ . | 171 |
| COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE OCHO CULTIVARES DE <i>CYNODON DACTYLON</i> (L.) PERS. EN CLIMA Aw2 | 176 |
| AGRONOMIC AND PRODUCTIVE PERFORMANCE OF EIGHT CULTIVARS OF <i>CYNODON DACTYLON</i> (L.) PERS. IN Aw2 CLIMATE | 176 |
| JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ^{1*} Y J. VIDAL RUBIO CEJA ¹ | 176 |
| CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE SIETE ECOTIPOS MEXICANOS DE <i>CLITORIA TERNATEA</i> L. | 181 |
| BOTANICAL CHARACTERISTICS OF SEVEN MEXICAN ECOTYPES OF <i>CLITORIA TERNATEA</i> L. | 181 |
| JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ^{1*} , J. VIDAL RUBIO CEJA ¹ Y DENNIS ARMANDO OROZCO MOLINA ² | 181 |
| CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA SIETE ECOTIPOS DE <i>CLITORIA TERNATEA</i> L. EN MÉXICO | 186 |
| MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SEVEN ECOTYPES OF <i>CLITORIA TERNATEA</i> L. IN MEXICO | 186 |
| JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ^{1*} , J. VIDAL RUBIO CEJA ¹ Y DENNIS ARMANDO OROZCO MOLINA ² | 186 |
| EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE TEOCINTLE Y MAÍZ EN CONDICIONES DEL TRÓPICO SECO | 191 |
| EVALUATION OF DIFFERENT CULTIVARS OF TEOCINTLE AND MAIZE ON DRY TROPIC ENVIRONMENT | 191 |
| RÉGULO JIMÉNEZ GUILLÉN ^{1*} , MAXIMINO LEÓN VILLEGAS ² , HUMBERTO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ ² , SILVINO CARRILLO PITA ² | 191 |
| CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE <i>EYSENHARDTIA TEXANA</i> EN CUATRO DIFERENTES AMBIENTES DE LUZ | 196 |
| PLANT GROWTH OF <i>EYSENHARDTIA TEXANA</i> UNDER FOUR DIFFERENT LIGHT ENVIRONMENTS | 196 |
| SAÚL VÁSQUEZ MONTES ¹ , FEDERICO VILLARREAL GUERRERO ^{1*} , RAÚL CORRALES LERMA ¹ , ANGÉLICA CERVANTES TREJO ¹ , RICARDO DAVID VALDEZ CEPEDA ² , MARUSIA RENTERÍA VILLALOBOS ¹ . | 196 |
| EFEECTO DEL ESTRÉS OSMÓTICO EN LA GERMINACIÓN DE <i>YUCCA ELATA</i> Y <i>MENODORA SCABRA</i>, DOS ESPECIES NATIVAS DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE | 201 |
| EFFECT OF OSMOTIC STRESS ON GERMINATION OF <i>YUCCA ELATA</i> AND <i>MENODORA SCABRA</i> , TWO NATIVE PLANT SPECIES OF THE CHIHUAHUAN DESERT | 201 |
| DAVID EDUARDO PRADO TARANGO ¹ , ALICIA MELGOZA CASTILLO ² , RICARDO MATA-GONZÁLEZ ³ , FEDERICO VILLARREAL GUERRERO ^{2*} | 201 |
| FENOLOGIA Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN CULTIVARES DE SORGO FORRAJERO EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO | 206 |
| PHENOLOGY AND GROWTH ANALYSIS OF FORAGE SORGHUM CULTIVARS IN CENTRAL MEXICO'S PLATEAU | 206 |

| | |
|---|-----|
| ALEJANDRA PÉREZ HERNÁNDEZ ¹ , ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO ^{1*} , JOSÉ ALBERTO SALVADOR ESCALANTE ESTRADA ¹ , MARÍA TERESA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ ¹ , SANTIAGO GARDUÑO VELÁZQUEZ ² , LEONOR MIRANDA JIMÉNEZ ¹ | 206 |
| RENDIMIENTO DE SORGO BAJO DOS MÉTODOS DE SIEMBRA, EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO | 211 |
| FORAGE SORGHUM PRODUCTION USING TWO ESTABLISHMENT METHODS, IN THE MEXICO'S CENTRAL VALLEY | 211 |
| ALEJANDRA PÉREZ HERNÁNDEZ ¹ , ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO ¹ , JOSÉ ALBERTO SALVADOR ESCALANTE ESTRADA ¹ , MARÍA TERESA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ ¹ , SANTIAGO GARDUÑO VELÁZQUEZ ² , LEONOR MIRANDA JIMÉNEZ ¹ | 211 |
| COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD <i>IN VITRO</i> DEL FORRAJE DE CAPOMO <i>BROSIMUM ALICASTRUM</i> EN NAYARIT, MÉXICO | 216 |
| CHEMICAL COMPOSITION AND <i>IN VITRO</i> DIGESTIBILITY OF CAPOMO <i>BROSIMUM ALICASTRUM</i> FORAGE IN NAYARIT, MEXICO | 216 |
| JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ¹ , JORGE ARMANDO BONILLA CÁRDENAS ^{1*} , J. VIDAL RUBIO CEJA ¹ Y JOSÉ DE JESÚS BUSTAMANTE GUERRERO ¹ | 216 |

SERVICIOS AMBIENTALES

222

| | |
|--|-----|
| IMPACTO DEL CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, MÉXICO SOBRE LAS ÁREAS DE PASTIZAL | 224 |
| IMPACT OF THE URBAN GROWTH OF CHIHUAHUA CITY, MEXICO ON THE NEARBY GRASSLAND AREAS | 224 |
| JESÚS A. PRIETO A. ^{1*} , CARMELO PINEDO A. ¹ , ALFREDO PINEDO A. ¹ , FEDERICO VILLARREAL G. ¹ | 224 |
| USO DEL HÁBITAT DE LA AVIFAUNA EN SITIOS CON DIFERENTE HISTORIAL DE PASTOREO EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA (APFF) MADERAS DEL CARMEN | 229 |
| BIRD HABITAT USE IN SITES WITH DIFFERENT GRAZING HISTORY ON APFF MADERAS DEL CARMEN | 229 |
| COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS | 229 |
| ALMACÉN DE CARBONO EN PASTIZALES HALÓFITOS CON DIFERENTE CONDICIÓN EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO | 245 |
| CARBON STORAGE IN HALOPHYTE PASTURES WITH DIFFERENT CONDITION IN CHIHUAHUA MEXICO | 245 |
| SEBASTIÁN DOMÍNGUEZ SANDOVAL ¹ , CARLOS RAÚL MORALES NIETO ^{1*} Y PEDRO JURADO GUERRA ² . | 245 |
| LA MATERIA ORGÁNICA MEJORA LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO AGRÍCOLA | 250 |
| ORGANIC MATTER IMPROVES FARMING PHYSICAL SOIL PROPERTIES | 250 |
| MURRAY NÚÑEZ RAFAEL MARTIN ^{2*} , MARIA. GUADALUPE OROZCO BENITEZ ¹ , GILBERTO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ ² Y OYOLSI NAJERA GONZALEZ. ² | 250 |
| ALMACEN DE CARBONO EN MATORRALES DE CHIHUAHUA | 254 |
| CARBON STOCKS IN SHRUBLANDS OF CHIHUAHUA | 254 |
| PEDRO JURADO GUERRA ^{1*} , RUBÉN A. SAUCEDO TERÁN ¹ , CARLOS R. MORALES NIETO ² Y MARTÍN MARTÍNEZ SALVADOR ¹ | 254 |
| AVES DE PASTIZAL PUEDEN COMER SEMILLAS INTRODUCIDAS? PREFERENCIAS DE SEMILLAS DE TRES GORRIONES EN DISMINUCIÓN | 259 |
| CAN GRASSLAND BIRDS EAT NON-NATIVE GRASS SEEDS? SEED PREFERENCES OF THREE DECLINING SPARROWS | 259 |
| MIEKE TITULAER ^{1*} , ALICIA MELGOZA CASTILLO ¹ , ALBERTO MACÍAS DUARTE ² , ARVIND O. PANJABI ³ | 259 |
| EVALUACIÓN DEL USO DEL HÁBITAT ENTRE CARNÍVOROS SILVESTRES Y GANADO DOMÉSTICO EN EL APFF MADERAS DEL CARMEN | 265 |
| EVALUATION OF HABITAT USE BETWEEN WILD CARNIVORES AND LIVESTOCK IN MADERAS DEL CARMEN PROTECTED AREA | 265 |
| ROGELIO CARRERA TREVIÑO ¹ , JAVIER OCHOA ESPINOZA ^{2*} ; JULIO CARRERA TREVIÑO ² ; FRANCISCO TORRALBA GONZÁLEZ ² , CARLOS SIFUENTES LUGO ² ; JUAN PABLO FIMBRES MACIAS ¹ . | 265 |

PRODUCCIÓN ANIMAL EN AGOSTADEROS Y PRADERAS

274

| | |
|--|-----|
| CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION BOVINO LECHERO EN JALISCO | 276 |
| GROWTH ECONOMIC OF THE DAIRY CATTLE SYSTEMS PRODUCTION IN JALISCO | 276 |
| JOSÉ LUÍS RÍOS FLORES ^{1*} , JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO ² , MIRIAM TORRES MORENO ³ , JOSE RUIZ TORRES ¹ , CAYETANO NAVARRETE MOLINA ¹ , MARCO ANTONIO TORRES MORENO ⁴ . | 276 |
| SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINO LECHERO Y SU CRECIMIENTO ECONOMICO EN EL ESTADO DE SONORA | 282 |
| DAIRY CATTLE SYSTEMS PRODUCTION AND GROWTH ECONOMICIN THE SONORA STATE | 282 |
| JOSÉ LUÍS RÍOS FLORES ^{1*} , MIRIAM TORRES MORENO ² , JESÚS ENRIQUE CANTÚ BRITO ³ , JOSE RUIZ TORRES ¹ , CAYETANO NAVARRETE MOLINA ¹ , MARCO ANTONIO TORRES MORENO ⁴ | 282 |
| CALIDAD NUTRICIONAL, PATRONES DE FERMENTACIÓN RUMINAL Y METABOLITOS SANGUÍNEOS DE BOVINOS EN PASTOREO. | 287 |
| NUTRITIONAL QUALITY, PATTERNS OF RUMINAL FERMENTATION AND BLOOD METABOLITES IN BOVINES GRAZING. | 287 |
| OSVALDO REYES ESTRADA ^{1*} , MANUEL MURILLO ORTIZ ¹ , ESPERANZA HERRERA TORRES ¹ , FRANCISCO OSCAR CARRETE CARREÓN ¹ Y J. NATIVIDAD GURROLA REYES ² . | 287 |
| NUTRICIÓN MINERAL DEL GANADO BOVINO EN PASTOREO EN EL ESTADO DE ZACATECAS: I. MACROMINERALES | 293 |
| MINERAL NUTRITIONOF CATTLE INGRAZING IN THESTATE OF ZACATECAS:I. MACROMINERALS | 293 |
| MIGUEL MÁRQUEZ MADRID ^{1*} , HÉCTOR GUTIÉRREZ BAÑUELOS ² , RICARDO DAVID VALDEZ CEPEDA ¹ , RÓMULO BAÑUELOS VALENZUELA ² , FIDEL BLANCO MACÍAS ¹ , RAÚL RENE RUIZ GARDUÑO ¹ | 293 |
| NUTRICIÓN MINERAL DEL GANADO BOVINO EN PASTOREO EN EL ESTADO DE ZACATECAS: II. MICROMINERALES | 298 |
| MINERAL NUTRITIONOF CATTLE INGRAZING IN THESTATE OF ZACATECAS:II. MICROMINERALS | 298 |
| MIGUEL MÁRQUEZ MADRID ^{1*} , HÉCTOR GUTIÉRREZ BAÑUELOS ² , RICARDO DAVID VALDEZ CEPEDA ¹ , RÓMULO BAÑUELOS VALENZUELA ² , FIDEL BLANCO MACÍAS ¹ , RAÚL RENE RUIZ GARDUÑO ¹ | 298 |
| CALIDAD DE SEMILLA DE NUEVE PASTOS FORRAJEROS DE USO ACTUAL EN MÉXICO | 303 |
| QUALITY OF SEED OF NINE PASTURES CURRENT USE IN MEXICO | 303 |
| ERIKA ALEJANDRA SALAZAR MURILLO ¹ , MARCO ANTONIO RIVAS JACOBO ^{*2} , CAMELIA ALEJANDRA HERRERA CORREDOR ² , JOSÉ MARÍN SÁNCHEZ ² | 303 |
| ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DE 13 GRAMÍNEAS FORRAJERAS EN CALERA, DE V.R., ZACATECAS | 308 |
| MORPHOLOGICAL ATTRIBUTES OF 13 FORAGE GRASSES IN CALERA, V.R., ZACATECAS | 308 |
| FRANCISCO ANTONIO RUBIO AGUIRRE ^{1*} ; JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS | 308 |
| ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE CEBADAS (<i>HORDEUM VULGARE L.</i>) PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE | 313 |
| GROWTH ANALYSIS OF BARLEY (<i>HORDEUM VULGARE L.</i>) FOR FORAGE PRODUCTION. | 313 |
| CLAUDIA YANET WILSON GARCÍA ^{1*} , ALFONSO HERNÁNDEZ GARAY ¹ , MARTÍNEZ MÉNDEZ DANIEL ¹ MARÍA ESTHER ORTEGA CERRILLA ¹ , RICARDO BÁRCENA GAMA ¹ Y ADELAIDO RAFAEL ROJAS GARCÍA ¹ | 313 |
| CARACTERIZACIÓN INICIAL DE SEMILLA DE AZUCHE <i>HYMENACHNE AMPLEXICAULIS</i> RUDGE (NEES) | 318 |
| SEED ATTRIBUTES OF AZUCHE <i>HYMENACHNE AMPLEXICAULIS</i> RUDGE (NEES) SEED | 318 |
| CAPACETE-CASILLAS VÍCTOR-ALEJANDRO ¹ , MANUEL SILVA-LUNA ² , ADRIÁN-RAYMUNDO QUERO-CARRILLO ¹ , ADRIÁN HERNÁNDEZ-LIVERA ¹ , FILOGONIO-JESÚS HERNÁNDEZ-GUZMÁN ³ , MARIO-ANTONIO VEGA-LOERA ² | 318 |
| CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y NUTRICIONAL DEL ZACATÓN ALCALINO (<i>SPOROBOLUS AIROIDES</i>) EN REGIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS | 325 |
| BROMATOLOGICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF ALKALI SACATON (<i>SPOROBOLUS AIROIDES</i>) IN ARID REGIONS OF ZACATECAS STATE | 325 |
| CARLOS VIRGILIO FAVELA-PÉREZ ¹ , ALBERTO MURO-REYES ¹ , MANUEL MURILLO-ORTIZ ² , FRANCISCO J. GUTIÉRREZ-PIÑA ¹ , RICARDO A. SÁNCHEZ-GUTIÉRREZ ³ , ALEJANDRO ESPINOZA-CANALES ¹ Y HÉCTOR GUTIÉRREZ-BAÑUELOS ^{1*} | 325 |
| COMPOSICIÓN BOTÁNICA EN LA DIETA DE BOVINOS PASTOREANDO UN ÁREA INVADIDA POR ZACATE ROSADO [<i>MELINIS REPENS</i> (WILLD.) ZIZKA] | 330 |

| | |
|--|-----|
| BOTANICAL COMPOSITION OF CATTLE DIET IN AN AREA INVADDED WITH NATALGRASS [<i>MELINISREPENS</i> (WILLD.) ZIZKA] | 330 |
| OBED GABRIEL GUTIÉRREZ GUTIÉRREZ ¹ , CARLOS RAÚL MORALES NIETO ² , CRISTINA ELIZABETH VÉLEZ SÁNCHEZ-VERIN ² , OSCAR RUÍZ BARRERA ² , JUAN ÁNGEL ORTEGA GUTIÉRREZ ² Y JORGE PALACIO NÚÑEZ ³ | 330 |
| ECOTIPOS DE BUFFEL [<i>PENNISETUM CILIARE</i> (L.) LINK] PARA USO FORRAJERO EN CONDICIONES TEMPORAL EN ETIOPIA, AFRICA. | 336 |
| ECOTYPES OF BUFFELGRASS [<i>PENNISETUM CILIARE</i> (L.) LINK] FOR USE FORAGER UNDER RAINFED CONDITION IN ETHIOPIA, AFRICA. | 336 |
| RICARDO ALONSO SÁNCHEZ GUTIÉRREZ ^{1,2*} , CARLOS RAÚL MORALES NIETO ¹ , JEAN HANSON ³ , EDUARDO SANTELLANO ESTRADA ¹ , REGULO JIMÉNEZ GUILLEN ⁴ , JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ⁵ , PEDRO JURADO GUERRA ⁶ , ALICIA MELGOZA CASTILLO ¹ | 336 |
| IMÁGENES LANDSAT OLI 8 PARA ESTIMAR PRODUCCIÓN FORRAJERA Y CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL A ESCALA DE RANCHO GANADERO | 342 |
| LANDSAT OLI 8 IMAGERY TO ESTIMATE FORAGE PRODUCTION AND GRAZING CAPACITY TO CATTLE RANCH SCALE | 342 |
| VÍCTOR AGUILAR SOTO ^{1*} , CARMELO PINEDO ÁLVAREZ ² , MARUSIA RENTERÍA VILLALOBOS, ALICIA MELGOZA CASTILLO ² , CARLOS MORALES NIETO ² | 342 |
| RENDIMIENTO DE BIOMASA Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO MARALFALFA (<i>PENNISETUM GLAUCUM</i> X <i>P. PURPUREUM</i>), A TRES FRECUENCIAS DE CORTE | 348 |
| PERFORMANCE OF BIOMASS AND NUTRITIONAL VALUE OF THE MARALFALFA GRASS (<i>PENNISETUM GLAUCUM</i> X <i>P. PURPUREUM</i>), TO THREE CUT FREQUENCY | 348 |
| JOEL VENTURA RÍOS ^{*1} , JOSÉ AMADOR HONORATO SALAZAR ² , ILIANA BARRERA MARTÍNEZ ³ , ALFONSO HERNÁNDEZ GARAY ¹ , ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO ¹ , JESÚS MIGUEL CALZADA MARÍN ¹ , JAVIER FRANCISCO ENRÍQUEZ QUIROZ ⁴ | 348 |
| RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA DE UNA ASOCIACIÓN <i>BRACHIARIA HUMIDICOLA</i> (RENDLE) SCHWEICK) – <i>STYLOSANTHES GUIANENSIS</i> (AUBL.) EN HUIMANGUILLO, TABASCO | 353 |
| DRY MATTER YIELD AND PROTEIN CONCENTRATION OF A <i>BRACHIARIA HUMIDICOLA</i> (RENDLE) SCHWEICK) – <i>STYLOSANTHES GUIANENSIS</i> (AUBL) ASSOCIATION IN HUIMANGUILLO, TABASCO | 353 |
| FÉLIX DANIEL DOMÍNGUEZ-PÉREZ ¹ , EDUARDO DANIEL BOLAÑOS AGUILAR ^{2*} , LUZ DEL CARMEN LAGUNES-ESPINOZA ¹ , SERGIO SALGADO-GARCÍA ¹ , JESÚS RAMOS-JUÁREZ ¹ , GUERRERO-RODRÍGUEZ JD ³ | 353 |
| PESO AL NACIMIENTO Y GANANCIA DE PESO DE CORDEROS DE MADRES TRATADAS CON SELENO METIONINA | 359 |
| BIRTH AND WEANING WEIGHT IN BORN LAMBS FROM SELENOMETHIONINE TREATED MOTHERS | 359 |
| MIRANDA JIMÉNEZ LEONOR ^{1*} , PARRAGUIRRE ESPINOSA ALFREDO ² , HERRERA HARO GUADALUPE JOSÉ ³ . | 359 |
| DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA Y PRODUCCIÓN LÁCTEA ESTIMADAS DE MATERIALES DE TRITICALE DE HÁBITO DE CRECIMIENTO INVERNAL | 365 |
| FIBER DIGESTIBILITY AND MILK PRODUCTION ESTIMATED TO TRITICALE MATERIALS OF WINTER GROWTH HABIT | 365 |
| JOSÉ GUADALUPE TERRAZAS PRIETO ^{1*} Y MARCO ANTONIO GUERRERO CHÁVEZ ² | 365 |
| PERFIL BROMATOLÓGICO Y NUTRICIONAL DEL MEZQUITE (<i>PROSOPIS LAEVIGATA</i>) EN REGIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS | 371 |
| BROMATOLOGICAL AND NUTRIMENTAL PROFILE OF THE MEZQUITE (<i>PROSOPIS LAEVIGATA</i>) IN SEMIARIDS REGIONS OF ZACATECAS STATE | 371 |
| GARCÍA-CERVANTES D. ¹ , QUERO-CARRILLO A. R. ² , MURO-REYES A. ¹ , GUTIÉRREZ-PIÑA F. J. ¹ , ESPINOZA-CANALES A. ¹ , SÁNCHEZ-GUTIÉRREZ R. A. ³ GUTIÉRREZ-BAÑUELOS H. ^{1*} | 371 |
| RENDIMIENTO FORRAJERO DE CUATRO VARIEDADES DE PASTO CULTIVADAS EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN EL ESTADO DE DURANGO | 376 |
| FORAGE YIELD IN FOUR GRASS CULTIVARS GROWN IN A SILVOPASTORAL SYSTEM IN THE STATE OF DURANGO | 376 |

| | |
|---|-----|
| RIGOBERTO ROSALES SERNA ¹ , CYNTHIA ADRIANA NAVA BERUMEN ^{2*} , RAFAEL JIMÉNEZ OCAMPO ¹ , PABLO ALFREDO DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ ¹ , JOSÉ ÁNGEL SIGALA RODRÍGUEZ ¹ , FRANCISCO ÓSCAR CARRETE CARREÓN ² . | 376 |
| ANÁLISIS DE ARSÉNICO, PLOMO Y COBRE EN CARNE DE GANADO BOVINO POR POSIBLE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA | 381 |
| ANALYSIS OF ARSENIC, LEAD AND COPPER IN BEEF CATTLE BECAUSE OF A POSSIBLE ANTHROPOGENIC POLLUTION | 381 |
| ANA AZUCENA FLORES MARTÍNEZ, LEONOR CORTÉS PALACIOS*, GABRIELA CORRAL FLORES, GILBERTO SANDINO AQUINO DE LOS RÍOS, MARUSIA RENTERÍA VILLALOBOS. | 381 |
| COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE EN RECURSOS GENÉTICOS DE <i>HYMENACHNE</i> SPP. | 384 |
| FORAGE CHEMICAL COMPOSITION FOR GENETIC RESOURCES OF <i>HYMENACHNESPP.</i> | 384 |
| MARIO ANTONIO VEGA LOERA ^{1*} , ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO ² , LEONOR MIRANDA JIMENEZ ² , ALFONSO HERNÁNDEZ GARAY ² , MANUEL SILVA LUNA ³ , FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ⁴ | 384 |
| PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN RECURSOS GENÉTICOS DE <i>HYMENACHNE</i> SPP. | 389 |
| FORAGE PRODUCTION RESOURCE GENETIC <i>HYMENACHNE</i> SPP. | 389 |
| MARIO ANTONIO VEGA LOERA ^{1*} , ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO ² , LEONOR MIRANDA JIMENEZ ² , MANUEL SILVA LUNA ³ , FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ⁴ , RAÚL PLASCENCIA JIMENEZ ⁴ | 389 |
| VARIABILIDAD INTRAESPECÍFICA PARA VALOR NUTRITIVO Y DIGESTIBILIDAD <i>IN SITU</i> EN RECURSOS GENÉTICOS DE <i>HYMENACHNE AMPLEXICAULIS</i> (RUDGE) NESS. | 393 |
| INTRASPECIFIC VARIABILITY FOR NUTRITIVE VALUE AND <i>IN SITU</i> DIGESTIBILITY IN GENETICS RESOURCES OF <i>HYMENACHNE AMPLEXICAULIS</i> (RUDGE) NESS. | 393 |
| ALFREDO ARELLANO CUETO ^{1*} . ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO ¹ , HILDA ARACELI ZAVALA MANCERA ¹ , MARIO ANTONIO COBOS PERALTA ¹ , PAULINO PÉREZ NAVARRO ¹ , MANUEL SILVA LUNA ² . | 393 |
| POTENCIAL FORRAJERO DEL NOPAL DURAZNILLO (<i>OPUNTIA LEUCOTRICHA</i>) BAJO CONDICIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS. | 398 |
| FORAGE POTENTIAL OF ARBORESCENT PRICKLYPEAR (<i>OPUNTIA LEUCOTRICHA</i>) UNDER SEMIARID CONDITIONS AT ZACATECAS STATE. | 398 |
| LUIS CUAUHTÉMOC MUÑOZ-SALAS ¹ , FRANCISCO J. GUTIÉRREZ-PIÑA ¹ , ALBERTO MURO-REYES ¹ , ESPERANZA HERRERA-TORRES ² , RICARDO A. SÁNCHEZ-GUTIÉRREZ ³ , ALEJANDRO ESPINOZA-CANALES ¹ Y HÉCTOR GUTIÉRREZ-BAÑUELOS ^{1*} | 398 |
| EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD SOBRE LA SÍNTESIS DE FITOQUÍMICOS EN FRIJOL COMÚN | 402 |
| EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF WATER SUPPLY ON THE PHYTOCHEMICALS SYNTHESIS OF COMMON BEAN | 402 |
| MAYRA DENISE HERRERA ^{1*} , JORGE ALBERTO ACOSTA GALLEGOS ² , ROSALÍA REYNOSO CAMACHO ³ , SALVADOR HORACIO GUZMÁN MALDONADO ² | 402 |
| MORFOLOGÍA Y PRODUCTIVIDAD DE TRES POBLACIONES NATIVAS DE <i>BROSIMUM ALICASTRUM</i> EN UNA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA | 407 |
| MORPHOLOGY AND PRODUCTIVITY OF THREE NATIVE POPULATIONS OF <i>BROSIMUM ALICASTRUM</i> IN A SEMI-DECIDUOUS RAIN FOREST | 407 |
| JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ¹ , J. VIDAL RUBIO CEJA ^{1*} Y JESÚS ALBERTO CÁRDENAS SÁNCHEZ ¹ | 407 |
| CALIDAD NUTRITIVA DE LA DIETA Y PRODUCCIÓN DE METANO DE BOVINOS BAJO PASTOREO EN UN PASTIZAL DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE | 412 |
| DIET NUTRITIVE QUALITY AND METHANE PRODUCTION OF GRAZING CATTLE IN CHIHUAHUAN DESERT RANGELAND | 412 |
| MANUEL MURILLO ORTIZ ¹ , OSVALDO REYES ESTRADA ¹ , ESPERANZA HERRERA TORRES ¹ , FRANCISCO O CARRETE CARREON ¹ ALBERTO MURO-REYES ² | 412 |
| BLOQUES MULTINUTRICIONALES A BASE DE NOPAL FERMENTADO Y SUS EFECTOS SOBRE LOS PATRONES DE FERMENTACION RUMINAL EN GANADO BOVINO | 416 |
| MULTINUTRIENT BLOCKS FROM FERMENTED CACTUS PEAR AND THEIR EFFECTS ON FERMENTATION RUMINAL PATTERNS IN CATTLE | 416 |

| | |
|--|-----|
| LESLIE BERÚMENHERNANDEZ ¹ , JAY D CARRILLO HERRERA ² , JONATHAN N RUBIO VALDEZ ² , ESPERANZA HERRERA TORRES ^{3*} , MANUEL MURILLO ORTIZ ³ , ALBERTO MURO-REYES ⁴ , HÉCTOR GUTIÉRREZ-BAÑUELOS ⁴ | 416 |
| DINÁMICA DE AHIJAMIENTO DE <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> CV. MOMBAZA, A DIFERENTE FRECUENCIA DE CORTE | 421 |
| TILLERING DYNAMICS OF <i>MEGATHYRSUS MAXIMUS</i> CV. MOMBAZA GRASS, TO DIFFERENT CUTTING FREQUENCY | 421 |
| SANTIAGO JOAQUÍN CANCINO ^{1*} , ANDRÉS G. LIMAS MARTÍNEZ ¹ , BERTÍN MAURILIO JOAQUÍN TORRES ² , BENIGNO ESTRADA DROUILLET ¹ , JAVIER HERNÁNDEZ MELÉNDEZ ¹ , ADELAIDO RAFAEL ROJAS GARCÍA ³ | 421 |
| DEGRADABILIDAD RUMINAL DE FRUTO Y HOJA DE TRES POBLACIONES DE CAPOMO <i>BROSIMUM ALICASTRUM</i> EN NAYARIT | 425 |
| RUMINAL DEGRADABILITY OF BEAR FRUIT AND LEAF OF THREE POPULATIONS OF CAPOMO <i>BROSIMUM ALICASTRUM</i> IN NAYARIT | 425 |
| JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS ¹ , JOSÉ DE JESÚS BUSTAMANTE GUERRERO ^{1*} , J. VIDAL RUBIO CEJA ¹ Y JORGE ARMANDO BONILLA CÁRDENAS ¹ | 425 |
| DEGRADABILIDAD RUMINAL DE OCHO CULTIVARES DE <i>CYNODON DACTYLON</i> COSECHADOS EN LA COSTA CENTRO DE NAYARIT | 430 |
| RUMINAL DEGRADABILITY OF EIGHT CULTIVARS OF <i>CYNODON DACTYLON</i> HARVESTED IN THE CENTER COAST OF NAYARIT | 430 |
| JOSÉ FRANCISCO VILLANUEVA AVALOS, JOSÉ DE JESÚS BUSTAMANTE GUERRERO ^{1*} , J. VIDAL RUBIO CEJA Y JORGE ARMANDO BONILLA CÁRDENAS ¹ | 430 |
| EFFECTO DEL APACENTAMIENTO SOBRE LOS COMPONENTES DE PASTO TANZANIA EN MONOCULTIVO Y ASOCIADO CON LEUCAENA | 435 |
| EFFECT OF GRAZING ON PASTURE TANZANIA IN MONOCULTURE AND ASSOCIATED WITH LEUCAENA COMPONENTS | 435 |
| JAVIER ENRIQUE CASTILLO HUCHIM ^{1*} , FERNANDO ANTONIO RIVAS PANTOJA ² Y LUÍS ORTEGA REYES ³ | 435 |
| ¹ CAMPO EXPERIMENTAL MOCOCHÁ, KM 22.5 CARRETERA MÉRIDA-MOTUL. * CASTILLO.JAVIER@INIFAP.GOB.MX. ² CONSULTOR Y EX INVESTIGADOR DEL INIFAP-CIR-SURESTE. ³ SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL PESCA Y ALIMENTACIÓN. OFICINAS CENTRALES. | 435 |
| FRAME SCORE Y ZOMETRÍA EN TORETES SIMMENTAL FLECKVIE PROSPECTOS A SEMENTALES EN PRADERAS INDUCIDAS | 440 |
| FRAME SCORE AND ZOMETRÍA IN YOUNG BULLS SIMMENTAL FLECKVIE SIRE PROSPECTS IN INDUCED GRASSLAND | 440 |
| TOCA RAMÍREZ JOSÉ A ¹ ., DÍAZ CENTENO JESÚS, PINZÓN DÍAZ CARMEN E ¹ ., GALLEGOS DE LA HOYA MAYELA P ¹ ., RODRÍGUEZ CONTRERAS PEDRO ¹ , REVELES SAUCEDO FANNY O ¹ . | 440 |
| FERMENTACIÓN EN ESTADO SOLIDO DE NOPAL CON <i>KLUYVEROMYCES MARXIANUS</i> Y SUS EFECTOS SOBRE LOS CONTENIDOS DE PROTEINA CRUDA Y FIBRA DETERGENTE NEUTRO | 445 |
| SOLID STATE FERMENTATION OF CACTUS PEAR WITH <i>KLUYVEROMYCES MARXIANUS</i> AND THEIR EFFECTS ON THE CONTENTS OF CRUDE PROTEIN AND NEUTRAL DETERGENT FIBER. | 445 |
| JONATHAN N RUBIO VALDEZ ¹ , JAY D CARRILLO HERRERA ¹ , ESPERANZA HERRERA TORRES ^{2*} , MANUEL MURILLO ORTIZ ² , OSVALDO REYES ESTRADA ² , ALBERTO MURO REYES ³ , HECTOR GUTIERREZ BAÑUELOS ³ | 445 |
| CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE TRES VARIEDADES DE SORGO DULCE EN DOS LOCALIDADES DEL ESTADO DE DURANGO | 450 |
| CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THREE SWEET SORGHUM CULTIVARS GROWN IN TWO LOCATIONS IN THE STATE OF DURANGO, MEXICO | 450 |
| CYNTHIA ADRIANA NAVA BERUMEN ^{1*} , RIGOBERTO ROSALES SERNA ² , FRANCISCO ÓSCAR CARRETE CARREÓN ³ , RAFAEL JIMÉNEZ OCAMPO ² , PABLO ALFREDO DOMÍNGUEZ MARTÍNEZ ² . | 450 |
| CONSUMO DE SIETE ESPECIES ARBUSTIVAS POR VENADO COLA BLANCA EN EL NORESTE DE MÉXICO | 455 |
| FORAGE INTAKE OF SEVEN SHRUBS SPECIES BY WHITE TAIL DEER IN NORTHEASTERN MEXICO | 455 |
| JUAN EMMANUEL SEGURA CARMONA ^{1*} , HUMBERTO IBARRA GIL ² , ROGELIO CARRERA TREVIÑO ³ , HUGO BERNAL BARRAGÁN ² . | 455 |

RESÚMENES ECOLOGÍA, CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PASTIZALES 460

| | |
|---|-----|
| RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PASTO TOLEDO <i>UROCHLOA BRIZANTHA</i> (CIAT 26110) A DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE | 462 |
| HERBAGEYIELD AND QUALITY OF TOLEDOGRASS <i>UROCHLOA BRIZANTHA</i> (CIAT 26110) AT DIFFERENT CUTTING FREQUENCIES | 462 |
| JOEL VENTURA RÍOS ^{*1} , MARIO ALBERTO SANTIAGO ORTEGA ¹ , ALFONSO HERNÁNDEZ GARAY ¹ , ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO ¹ , IVÁN REYES VÁZQUEZ ¹ , ADELAIDO RAFAEL ROJAS GARCÍA ¹ , ENRÍQUEZ QUIROZ JAVIER FRANCISCO ² | 462 |
| ESTRUCTURA DE UN ZACATAL DE TOBOSO (<i>HILARIA MUTICA</i>: POACEAE) ASOCIADO A SUSTRATO ÍGNEO EN EL NORESTE DE COAHUILA, MÉXICO | 463 |
| STRUCTURE OF TOBOSO GRASSLAND (<i>HILARIA MUTICA</i> : POACEAE) ASSOCIATED TO IGNEOUS SUBSTRATE IN THE NORTHEAST OF COAHUILA, MEXICO | 463 |
| JUAN ANTONIO ENCINA DOMÍNGUEZ ¹ , JESÚS VALDÉS REYNA ^{*2} | 463 |
| EL TRANSPLANTE GARANTIZA ESTABLECER ZACATES FORRAJEROS EN SUELOS SALINOS Y ARCILLOSOS | 464 |
| TRANSPLANTING SECURES ESTABLISHMENT OF FORAGE GRASSES IN SALINE AND CLAYEY SOILS | 464 |
| JORGE RAÚL GONZÁLEZ DOMINGUEZ ^{1*} , SUSANA GÓMEZ MARTÍNEZ ¹ Y ÁNGEL LÓPEZ DELGADO ¹ | 464 |
| COMPORTAMIENTO DE LÍNEAS ÉLITE DE ZACATE BUFFEL EN SUELO ARCILLOSO Y SALINO DEL SURESTE DE COAHUILA | 465 |
| PERFORMANCE OF SELECTED LINES OF BUFFELGRASS IN A CLAYEY AND SALINE SOIL IN SOUTHEAST COAHUILA | 465 |
| JORGE RAÚL GONZÁLEZ DOMINGUEZ ^{1*} , SUSANA GÓMEZ MARTÍNEZ ¹ Y MARCOS ACALCO HERNÁNDEZ ¹ | 465 |
| HOJASÉN COMO PLANTA NODRIZA, EN LA REHABILITACIÓN DE PASTIZALES | 466 |
| USE OF TARBUSH (<i>FLOURENSIA CERNUA</i>) AS NURSE PLANT FOR REHABILITATION OF RANGELANDS | 466 |
| LUIS LAURO DE LEÓN GONZÁLEZ ^{1*} , MIGUEL MELLADO BOSQUE ² , JUAN RICARDO REYNAGA VALDÉS ¹ , LUIS PÉREZ ROMERO ¹ , JOSÉ DUÉÑEZ ALANÍS ¹ Y JESÚS GILBERTO COELLO NAVARRO ¹ | 466 |
| EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE ZACATE BUFFEL EN SUELO ARCILLOSO DEL NORTE CENTRO DE MÉXICO | 467 |
| ASSESSMENT OF EXPERIMENTAL BUFFELGRASS HYBRIDS IN A CLAY SOIL IN NORTHCENTRAL MEXICO | 467 |
| SUSANA GÓMEZ MARTÍNEZ ^{1*} JORGE RAÚL GONZÁLEZ DOMINGUEZ ¹ Y DANIEL AGUILAR PAULINO ¹ | 467 |
| PROGRAMA DE MANEJO DE PASTIZALES. RANCHO “LOS ÁNGELES”, MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA. | 468 |
| RANGE MANAGEMENT PROGRAM.”LOS ANGELES” CATTLE RANCH, IN SOUTHERN COAHUILA, MEXICO | 468 |
| RICARDO VÁSQUEZ ALDAPE ^{1*} Y SILVERIO GIMER PÉREZ RAMÍREZ ² | 468 |
| GUÍA PARA EVALUAR, DIAGNOSTICAR Y CLASIFICAR PROGRAMAS DE MANEJO DE PASTIZALES EN RANCHOS/EJIDOS GANADEROS EXTENSIVOS DE MÉXICO. | 469 |
| GUIDE TO EVALUATE, DIAGNOSE AND CLASSIFY RANGE MANAGEMENT PROGRAMS IN EXTENSIVE CATTLE RANCHES/EJIDOS IN MEXICO | 469 |
| RICARDO VÁSQUEZ ALDAPE ^{1*} Y SILVERIO GIMER PÉREZ RAMÍREZ ² . | 469 |
| EXPERIENCIA PRÁCTICA DE RECUPERACIÓN DE UN PASTIZAL DESÉRTICO EN EL RANCHO “LA MINA”, MUNICIPIO DE RAMOS ARIZPE, COAHUILA | 470 |
| PRACTICAL EXPERIENCE IN AN ARID RANGE REHABILITATION PROJECT AT “LA MINA” RANCH, RAMOS ARIZPE, COAHUILA, MEXICO | 470 |
| RICARDO CRISTÓBAL DE LEÓN GARCÍA ^{1*} Y RICARDO VÁSQUEZ ALDAPE ² | 470 |
| DIVERSIDAD DE SEMILLAS EN SUELO EN DOS SITIOS DE PASTIZAL EN JANOS, CHIHUAHUA | 471 |
| SOIL SEED DIVERSITY AT TWO GRASSLAND SITES AT JANOS, CHIHUAHUA | 471 |
| OTILIA RIVERO ^{*1} , IOVANKA ROSALES ¹ , YOMIRA BRISEÑO ¹ , MIEKE TITULAER ¹ , ALICIA MELGOZA ¹ | 471 |

| | |
|--|------------|
| DIVERSIDAD DE SEMILLAS EN TRES PASTIZALES DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE | 472 |
| SEEDS DIVERSITY ON THREE GRASSLAND LOCATIONS AT THE CHIHUAHUA DESERT | 472 |
| ALICIA MELGOZA ^{*1} , ANDREA CORRALES ¹ , ADRIANA MARTINEZ ¹ , ANA CECILIA RAMIREZ ¹ , MIEKE TITULAER ¹ | 472 |
| MEJORAMIENTO DE PASTIZALES CON LA APICULTURA EN ENCARNACIÓN DE DÍAZ; JALISCO, MÉXICO | 473 |
| RANGELANDS IMPROVEMENT BEEKEEPING IN ENCARNACION DE DIAZ; JALISCO, MEXICO | 473 |
| BARTOLO ROMO DÍAZ* | 473 |
| POSIBILIDADES DEL CULTIVO DE LA MORINGA OLEÍFERA EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL NORTE DE COAHUILA | 474 |
| POSSIBILITIES FOR GROWING MORINGA OLEIFERA IN THE NORTHEAST OF COAHUILA | 474 |
| JORGE RAÚL GONZÁLEZ DOMINGUEZ ¹ , MARTHA GÓMEZ MARTÍNEZ ^{1*} Y SUSANA GÓMEZ MARTÍNEZ ¹ | 474 |
| PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRITIVA DE MAÍZ ZEA MAYS L., BAJO CONDICIONES DE SECANO EN AGUASCALIENTES | 475 |
| ERNESTO FLORES ANCIRA ^{1*} , CARLOS HAUBI SEGURA ¹ , ABRAHAM DÍAZ ROMO ¹ Y MARIO ALEJANDRO LÓPEZ GUTIÉRREZ ¹ . | 475 |
| ESTADO DE LAS POBLACIONES DEL VENADO BURA ODOCOILEUS HEMIONUS EN CHIHUAHUA | 476 |
| MULE DEER STATUS IN CHIHUAHUA | 476 |
| CUAUHCIHUATL VITAL GARCÍA ^{*1} , MARTHA PATRICIA OLIVAS SÁNCHEZ ² , LUVIA LACELY GARCÍA ACOSTA ¹ , IRMA ENRÍQUEZ ANCHONDO ¹ | 476 |
| ESTIMACION POBLACIONAL DEL VENADO BURA (ODOCOILEUS HEMIONUS EN DOS UMAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA. | 477 |
| POPULATION ESTIMATION OF MULE DEER (ODOCOILEUS HEMIONUS) IN TWO CHIHUAHUA STATE UMAS. | 477 |
| LUVIA LACELY GARCÍA ACOSTA ^{1*} , CUAUHCIHUATL VITAL GARCÍA ² . | 477 |
| RESUMENES SERVICIOS AMBIENTALES | 478 |
| EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA EN LA PARTE ALTA, MEDIA Y BAJA DE LA CUENCA SACRAMENTO CHIHUAHUA, MÉXICO. | 480 |
| ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE UPPER, MIDDLE AND LOWER PART OF THE SACRAMENTO CHIHUAHUA, MEXICO BASIN. | 480 |
| SILVIA EDITH GABALDÓN MÁRQUEZ ¹ DANIEL CASTILLO OCHOA ^{1*} | 480 |
| ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN DEL ACUÍFERO BAJA BABÍCOR, CHIHUAHUA | 481 |
| FRAGMENTATION ANALYSIS OF THE 'BAJA BABÍCOR' AQUIFER LOCATED IN CHIHUAHUA | 481 |
| TANYA KARINA ROJO MALDONADO ¹ , ALFREDO PINEDO ÁLVAREZ ¹ , JESÚS ALEJANDRO PRIETO AMPARAN ^{1*} , FEDERICO VILLAREAL GUERRERO ¹ , CARMELO PINEDO ÁLVAREZ ¹ | 481 |
| PRODUCCIÓN FORRAJERA Y SERVICIOS AMBIENTALES MEJORADOS DE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE ZACATE BUFFEL PENNISETUM CILIARE L. | 482 |
| IMPROVED FORAGE PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL SERVICES OF EXPERIMENTAL BUFFELGRASS HYBRIDS PENNISETUM CILIARE L. | 482 |
| SUSANA GÓMEZ MARTÍNEZ ^{1*} , JORGE RAÚL GONZÁLEZ DOMINGUEZ ¹ Y LUCÍA TERESA FUENTES GUARDIOLA ¹ | 482 |
| MINERÍA, APROVECHAMIENTO EXCLUYENTE Y DEPREDADOR DE LOS POTREROS | 483 |
| MINING, EXCLUSIVE USE AND PREDATOR OF RANGELANDS | 483 |
| EDMUNDO GARCÍA MOYA ^{1*} , ANGELICA ROMERO MANZANARES | 483 |
| VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA DIETA DEL VENADO BURA (ODOCOILEUS HEMIONUS) EN UN ECOSISTEMA SEMIDESÉRTICO | 484 |
| SEASON VARIABILITY OF DE DIET OF BURA (ODOCOILEUS HEMIONUS) DEAR IN A SEMIARID ECOSYSTEM | 484 |
| MARTHA PATRICIA OLIVAS SÁNCHEZ, ^{1*} CUAUHCIHUATL VITAL GARCÍA ² . JUAN PEDRO FLORES MAGES. ¹ | 484 |
| VARIACION INTRAESPECÍFICA DE PELOS DE GUARDIA EN MAMÍFEROS DE SIERRA FRÍA, ZACATECAS | 485 |
| INTRASPECIFIC VARIATION OF GUARD HAIRS IN MAMMALS OF SIERRA FRÍA, ZACATECAS | 485 |

| | |
|---|-----|
| * VIANEY MONSERRAT ALVARADO AZPEITIA, EDMUNDO JACOB HUERTA HERNÁNDEZ, MARISOL BLANCAS MOSQUEDA Y MARISA MERCADO REYES | 485 |
| ANÁLISIS DE MICROSATÉLITES EN MUESTRAS FECALES DE VENADO COLA BLANCA EN VIDA LIBRE DE ZACATECAS | 486 |
| MICROSATELLITES ANALYSIS IN FAECAL SAMPLES OF FREE RANGING WHITE TAILED DEER OF ZACATECAS, MEXICO | 486 |
| *MARISA MERCADO REYES, YONATHAN EDUARDO TREJO GUTIÉRREZ, MARISOL BLANCAS MOSQUEDA Y PATRICIO TAVIZÓN GARCÍA. | 486 |

RESUMENES DE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE **488**

| | |
|--|-----|
| PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL BERRENDO (<i>ANTILOCAPRA AMERICANA MEXICANA</i>) EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA | 490 |
| PROGRAM OF ACTION FOR THE CONSERVATION OF PRONGHORN (<i>ANTILOCAPRA AMERICANA MEXICANA</i>) IN THE STATE OF CHIHUAHUA | 490 |
| ALBERTO LAFÓN TERRAZAS ¹ Y ENRIQUE CARREÓN HERNÁNDEZ ^{1*} | 490 |
| PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL AGUILA REAL (<i>AQUILA CHRYSAETOS</i>) EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA | 491 |
| PROGRAM OF ACTION FOR THE CONSERVATION OF EAGLE (<i>AQUILA CHRYSAETOS</i>) IN THE STATE OF CHIHUAHUA | 491 |
| ENRIQUE CARREÓN HERNÁNDEZ ^{1*} Y ALBERTO LAFÓN TERRAZAS ¹ . | 491 |
| PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL OSO NEGRO (<i>URSUS AMERICANUS</i>) EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL E ISLAS DEL CIELO | 492 |
| PROGRAM OF ACTION FOR THE CONSERVATION OF BLACK BEAR (<i>URSUS AMERICANUS</i>) IN THE SIERRA MADRE OCCIDENTAL AND SKY ISLANDS | 492 |
| ENRIQUE CARREÓN HERNÁNDEZ ^{1*} , ALBERTO LAFÓN TERRAZAS ¹ , CHRISTIAN ALEJANDRO DELFÍN ALFONSO ² Y CARLOS ALBERTO LÓPEZ GONZÁLEZ ³ . | 492 |
| ECOLOGÍA DEL OSO AMERICANO NEGRO EN EL NOROESTE DEL PARQUE NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY, NL. | 493 |
| ECOLOGY OF THE BLACK AMERICAN BEAR IN THE NORTHWEST OF THE NATIONAL PARK CUMBRES DE MONTERREY, NL. | 493 |
| MERCEDES ALEJANDRA SALINAS CAMARENA ^{1*} , ROGELIO CARRERA TREVIÑO ¹ . | 493 |

RESUMENES DE PRODUCCIÓN ANIMAL EN AGOSTADEROS Y PRADERAS **494**

| | |
|--|-----|
| RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PASTO TOLEDO <i>UROCHLOA BRIZANTHA</i> (CIAT 26110) A DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE | 496 |
| HERBAGE YIELD AND QUALITY OF TOLEDO GRASS <i>UROCHLOA BRIZANTHA</i> (CIAT 26110) AT DIFFERENT CUTTING FREQUENCIES | 496 |
| JOEL VENTURA RÍOS ^{*1} , MARIO ALBERTO SANTIAGO ORTEGA ¹ , ALFONSO HERNÁNDEZ GARAY ¹ , ADRIÁN RAYMUNDO QUERO CARRILLO ¹ , IVÁN REYES VÁZQUEZ ¹ , ADELAI DO RAFAEL ROJAS GARCÍA ¹ , ENRÍQUEZ QUIROZ JAVIER FRANCISCO ² | 496 |
| COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DE VAQUILLAS ANGUS X CRIOLLO RARAMURI | 497 |
| GRAZING BEHAVIOUR OF ANGUS X CRIOLLO RARAMURI HEIFERS | 497 |
| SIGIFREDO MARRUFO-MARRUFO., DANIEL OSWALDO MOLINA-RODRÍGUEZ, AGUSTÍN CORRAL LUNA, FELIPE ALONSO RODRÍGUEZ ALMEIDA, JOSÉ OCTAVIO ROACHO-ESTRADA, E IVÁN ADRIÁN GARCÍA-GALICIA*. | 497 |
| CRECIMIENTO E INCREMENTO DEL ÁREA DE GOTEO DE <i>MELIA AZEDARACH</i> L., COMO ALTERNATIVA PARA SISTEMA SILVOPASTORIL | 498 |
| GROWTH AND INCREASE OF THE DRIP AREA OF <i>MELIA AZEDARACH</i> L., AS AN ALTERNATIVE FOR SILVOPASTORAL SYSTEM | 498 |
| FRANCISCO SANTIAGO-HERNÁNDEZ ^{1*} , MAURICIO VELÁZQUEZ MARTÍNEZ ¹ Y JESÚS JARILLO RODRÍGUEZ ² | 498 |
| PLAN DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS PASTIZALES DEL ESTADO DE COAHUILA | 499 |

| | |
|---|-----|
| ACTION PLAN FOR THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF GRASSLANDS OF COAHUILA | 499 |
| ALBERTO LAFÓN TERRAZAS ¹ , ENRIQUE CARREÓN HERNÁNDEZ ^{1*} Y CARLOS ENRIQUE AGUIRRE CALDERÓN ² | 499 |
| PROPAGACIÓN DE CHAMIZO (<i>ATRIPLEX CANESCENS</i>) BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN LA COMARCA LAGUNERA | 500 |
| CHAMIZO SPREAD (<i>ATRIPLEX CANESCENS</i>) UNDER NURSERY CONDITIONS IN THE COMARCA LAGUNERA | 500 |
| *GERARDO GARCÍA ESPINO Y RICARDO BARRERA TOVAR | 500 |
| PRODUCCIÓN DE <i>LEUCAENA LUCEOCEPHALA</i> (GUAJE) BAJO CONDICIONES DE VIVERO | 501 |
| PRODUCTION OF <i>LEUCAENA LUCEOCEPHALA</i> (GUAJE) UNDER NURSERY CONDITIONS | 501 |
| *GERARDO GARCÍA ESPINO Y RICARDO BARRERA TOVAR | 501 |
| ESTABLECIMIENTO DE ZACATE BUFFEL (<i>CENCHRUS CILIARIS</i> L.) EN CURVAS A NIVEL Y EN MATORRALES MICRÓFILOS | 502 |
| ESTABLISHMENT OF BUFFEL GRASS (<i>CENCHRUS CILIARIS</i> L.) IN CONTOUR LINES AND BUSHES MICROPHYLLLOUS | 502 |
| *GERARDO GARCÍA ESPINO Y RICARDO BARRERA TOVAR | 502 |
| COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA DE <i>MELINIS REPENS</i> (WILLD.) ZIZKA EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO DE DURANGO, MÉXICO | 503 |
| MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF <i>MELINIS REPENS</i> (WILLD.) ZIZKA IN A SHORT GRASS RANGE OF DURANGO, MÉXICO. | 503 |
| JUAN FERNANDO SÁNCHEZ ARROYO ^{1*} , FRANCISCO OSCAR CARRETE CARREÓN ¹ , MANUEL MURILLO ORTIZ ¹ | 503 |

PRESENTACIÓN

En México, se reinició el interés por el uso eficiente y la conservación de los pastizales, debido a su importancia en la alimentación animal y en el mantenimiento integral del ambiente. La eficiencia en el uso del pastizal implica el aprovechamiento sostenible de este ecosistema para la alimentación del ganado doméstico, sin descuidar la fauna natural y la interacción con los ecosistemas adyacentes. En la actualidad, el pastizal es considerado como una de las fuentes más importantes en la alimentación de bajo costo para el ganado bovino, ovino y caprino. La utilización adecuada del pastizal proporciona beneficios económicos a los estados, áreas ganaderas, productores y consumidores finales de productos agropecuarios. A pesar de la importancia del pastizal, en los últimos años se había descuidado su conservación, se fomentó la excesiva carga animal y como resultado se favoreció la reducción en la capacidad productiva del ecosistema y se observó erosión del suelo y pérdida de la biodiversidad. Con ello, se ha perdido competitividad, eficiencia productiva y se redujeron los beneficios sociales y económicos que se generan a partir de la producción agropecuaria en pastizales naturales.

Diferentes instituciones han considerado necesario emprender acciones de forma urgente para restaurar la condición natural y aumentar la productividad del pastizal, en cada una de las regiones ganaderas de México. La conservación de este ecosistema favorecerá la biodiversidad, incrementará la productividad animal y reducirá los costos de alimentación del ganado. Al mismo tiempo se mitigarán los efectos del cambio climático y se propiciará el bienestar de la población humana. En Durango, la producción bovina es una de las actividades económicas más importantes, la cual genera alimentos, recursos económicos, empleos y bienestar para la población humana. En esta entidad, se cuenta con una población ganadera de 1.2 millones de cabezas, las cuales sirven para producir 120 mil toneladas anuales de carne. En forma adicional se obtiene leche, queso y otros productos lácteos; así como, una serie de subproductos de la producción agropecuaria. A pesar de la importancia de la ganadería en la economía duranguense, se observa descuido en la utilización del pastizal y pérdida de algunas especies vegetales, lo que se reflejó en la productividad y bajo peso promedio del ganado doméstico criado en esta entidad.

La reducción en los parámetros productivos y reproductivos del ganado criado en Durango influyó directamente sobre los ingresos de los productores, los empleos generados y el bienestar de los habitantes de la entidad. Además, se generaron problemas para la comercialización del ganado en los mercados nacionales y de exportación. Por ello, se han emprendido acciones para restituir la condición natural de los pastizales, incrementar la producción intensiva de forrajes y seleccionar suplementos alimenticios de bajo costo. Con lo anterior, se espera incrementar la competitividad, generar empleos bien remunerados y aumentar el nivel de vida de la población humana, todo ello en un marco de sostenibilidad de la producción agropecuaria.

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y el bienestar del hombre”.

Dr. Francisco Óscar Carrete Carreón
Presidente del Comité Organizador

INTRODUCCIÓN

La Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales (SOMMAP) es una sociedad técnico científica fundada en 1986, cuyo interés primordial ha sido el de preservar y mejorar los pastizales de México, debido a que estos representan una fuente de alimento para el ganado y la fauna silvestre, fibras y productos de uso directo e indirecto por el hombre, cosecha de agua, captura de carbono y contribución a la disminución del calentamiento global.

En su nueva etapa, la SOMMAP ha realizado cinco Congresos Internacionales en diferentes sedes, cubriendo la mayor parte de los ecosistemas de pastizales del país. Su primer Congreso Internacional se llevó a cabo en Chiapas, el segundo en Chihuahua, el tercero en Zacatecas, el cuarto en el estado de México, el quinto en Nayarit y ahora en Durango.

En el presente Congreso, la SOMMAP en conjunto con la Universidad Juárez del Estado de Durango, a través de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia integraron a este evento, la Primera Reunión de Manejadores de Fauna Silvestre “Dr. Julio Alberto Carrera López”. Se conjuntaron pues, los esfuerzos para mostrar resultados de investigación y promover el intercambio de experiencias entre investigadores, docentes, estudiantes, productores y representantes de organizaciones y dependencias relacionados con el sector pecuario y de manejo de recursos naturales.

Para el Comité Organizador, es un orgullo presentar esta Memoria que contiene resultados de investigaciones de diferentes disciplinas, ya que la cantidad de trabajos presentados reflejan un creciente interés para consolidar la importancia del sector pecuario y del manejo de pastizales en el país.

El Comité Organizador agradece el apoyo del Gobierno Federal a través de la Coordinación General de Ganadería de la SAGARPA, del Gobierno del Estado de Durango y, especialmente de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Gracias también a todas las personas que participaron en la organización de este evento.

Dr. Carlos E. Aguirre Calderón
Presidente de la SOMMAP



VI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y el bienestar del hombre”.

CONFERENCIAS MAGISTRALES



PASTOREO ACTUAL Y/O PROFESIONALIZADO. IMPORTANCIA E IMPACTO

Adrián Raymundo Quero Carrillo

Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas, *Campus* Montecillo-Ganadería
Montecillo, Texcoco, Estado de México CP 56230. queroadrian@colpos.mx

La funcionalidad de los ecosistemas y sus servicios es fundamental para el desarrollo de poblaciones humanas y silvestres en paisajes sustentables, pero esta funcionalidad ha sido largamente ignorada y/o tomada como un hecho, en el desarrollo de estrategias (planificadas o no) de manejo y uso de los recursos del pastizal (Castellanos *et al.*, 2014). La producción en pastoreo, respetuosa del ecosistema, es la aptitud natural del pastizal de zonas áridas: es económicamente inviable, para cualquier economía, establecer la infraestructura requerida para intensificar sistemas productivos agrícolas o pecuarios, en estas áreas; por tanto, conviene caracterizar rápidamente los aspectos que condicionan su funcionalidad y enaltecerlos. La demanda mundial de carne será cada día mayor y rentable, en beneficio de sistemas extensivos de producción, vaca-becerro, eficientes y conservacionistas; los cuales, en México y contrariamente a sistemas intensivos de riego, son y serán dominantes por mucho tiempo y aún se encuentran muy lejos del límite biológico de producción.

La vegetación de México árido y semiárido evolucionó durante millones de años a condiciones de sequía y bajas temperaturas cíclicas que determinan su condición ecológica y actualmente, de mayor importancia, de producción de forraje y, durante esos millones de años, sobrevivió a sequías (de 15 a 25 años de duración) y glaciaciones con temperaturas extremas muy bajas. Los hielos eternos (glaciares) llegaban hasta Missouri al norte de Oklahoma hasta hace 15 000 años y actualmente no tocan la porción boreal continental de Canadá; por tanto, las heladas invernales debieron ser extremas en México árido y semiárido esa época. México se convirtió en refugio de la diversidad de muchas especies de gramíneas que dominaban las

praderas Norteamericanas hasta hace pocos años.

Heredamos amplias superficies de pastizales áridos y semiáridos (Aún,”el tren va por la vía como aguinaldo de juguetería”!; López Velarde), donde el búfalo pastoreó hasta Querétaro y los bueyes que tiraban las carretas durante la época Colonial, en diversas regiones de México árido y semiárido, en muchas ocasiones, no eran de bovino, sino de búfalo; lo anterior, nos da idea del potencial productivo original del México árido y semiárido. Palabras como Zacatecas (lugar donde abundan los pastos), tobosos (antiguos habitantes del Bolsón de Mapimí), resultan evocativas de la condición del pastizal antes del deterioro masivo al que están sujetos actualmente.

Con la llegada del ganado doméstico primero, la invención-popularización del alambre de púas y el acceso masivo a la tenencia de la tierra después, en México árido y semiárido se sometió al pastizal y matorrales (sin mencionar a la fauna silvestre y su hábitat, flora, suelo, microbiota del suelo, etc.) a presiones de pastoreo jamás ejercidas por rumiantes silvestres; posiblemente, desde la extinción de los grandes mamíferos a finales del Pleistoceno, hace 12 a 15 mil años; lo cual, resultó en su extinción.

Esta presión excesiva sobre el pastizal pone seriamente en riesgo a los componentes que son base para su funcionalidad y persistencia ecológica *i.e.*

1) Servicios ecosistémicos de apoyo a procesos fundamentales: formación de suelo, reciclado de nutrientes y productividad primaria de la vegetación

2) Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, para lograr el desarrollo adecuado de las poblaciones inmersas en el

pastizal: comida, agua, refugio, combustible, fibra, etc.

3) Servicios ecosistémicos de regulación: los cuales, influyen los bienes obtenidos del ecosistema: purificación del aire y agua, control de plagas y enfermedades, estabilización del clima, estabilización de los flujos hídricos, reguladores de la polinización, dilución y reciclado de contaminantes etc.

4) Servicios ecosistémicos culturales, al proveer aspectos de calidad de vida en estética (paisaje), espiritualidad, educación y recreación para las poblaciones humanas (MEA, 2005).

Al eliminar el instinto natural trashumante del ganado y obligarlo a mantenerse en superficies delimitadas de forma diversa, el hombre, naturalmente la especie de mayor intelecto, adquirió un compromiso, sin darse cuenta de ello, para mantener la funcionalidad y condición productiva de los ecosistemas para su propio desarrollo sano y el de las comunidades silvestres o domésticas inmersas en éste; lo anterior, mediante el inicio de acciones y programas sólidos de protección y/o, en caso contrario, enfrentar el deterioro de los componentes bióticos y abióticos del recurso, hasta su extinción. Desafortunadamente, hasta la fecha, en México y muchas partes del mundo, este compromiso no ha sido atendido (entendido); lo que, como natural consecuencia, trae consigo la degradación paulatina y continua de los ecosistemas bajo pastoreo y, el riesgo de transformar el ecosistema en páramos frágiles de baja productividad de servicios y alta productividad de pobreza ecológica y económica.

Posteriormente a la revolución mexicana, el país se fraccionó en cinco tipos de tenencia de la tierra: privada, colonial, ejidal, comunal (indígena) y federal; en Durango, el 80% de la superficie es de propiedad compartida -ejidal y colonial. Tanto el ejido, la comunidad y la propiedad de Colonia en México, al tomar decisiones de utilización y descanso de los potreros de forma colectiva y sin la guía oficial

constante, regulada, educada y adecuada (como ocurre en Brasil y Estados Unidos) adolecen de reglas de pastoreo y respeto a las mismas, más allá del papel; lo anterior, genera el aniquilamiento de intelectos individuales abundantes entre los propietarios, para el desarrollo de actividades y mejoras para el ecosistema, su estabilidad y productividad.

Cabe recordar que históricamente, los antiguos mexicanos fueron extremadamente cultos en cultivos de importancia mundial: México es el país del maíz, chile, calabaza, tomate, nopal, etc.; lo que patentó el potencial de culturización hacia un recurso. Sin embargo, en la producción en pastoreo esta cultura no se ha desarrollado por esta aniquilación que resulta de la propiedad compartida de las áreas de pastoreo, no existen o existen pocos ganaderos que por iniciativa propia cosechan de semilla de especies selectas (en base a su conocimiento etnobotánico) de pastos y arbustivas valiosas, realicen resiembras con su propia semilla, establezcan viveros de propagación de especies valiosas, respeten épocas programadas ecológicamente de descarga de ganado, planes internos de promoción de mayor eficiencia de pariciones y destetes, entre otros. La importancia de esa actividad cultural hacia un recurso es notoria. Un ejemplo:

A la llegada de los europeos a América y tener contacto con el maíz, éste fue llevado a Europa, donde fue manejado como el trigo; los europeos no valoraron el proceso de nixtamalización, ampliamente difundido en México, proceso que retiene la niacina en las tortillas. En Europa, Norteamérica sajona y Rusia, la deficiencia de niacina por consumo de maíz en humanos, provocó pelagra y demencia, lo que nunca ocurrió en México, por lo que el maíz fue largamente estigmatizado como alimento para ganado. De ahí la importancia de la cultura hacia un recurso. En México no se ha desarrollado esa misma cultura para la ganadería extensiva que es nuestro tema central aquí. Por tanto, difícilmente hay experiencia

adquirida y su mejora, sobre el manejo de las especies forrajeras en aspectos de fisiología y requisitos de manejo del ganado para su máxima producción y enaltecimiento de los componentes de éstas: ganado (tecnología de hato) y áreas de pastoreo (matorrales, pastizales).

Por otra parte, a pesar de no depender completamente de la productividad de los ranchos ganaderos, los productores privados se encuentran en condición similar en cuanto a la tecnología aplicada para la producción sostenida de ganado en pastoreo y el enaltecimiento de sus potreros de pastoreo. Con pequeñas excepciones, los usuarios actuales del pastizal (sin importar el tipo de tenencia) no se han adaptado (y por tanto, no emprenden acciones de uso tecnificado) a la dinámica de flujo de energía que condiciona la producción de forraje para el pastoreo: 1) Temperatura (verano: invierno) y 2). Humedad (lluvia: sequía) para el crecimiento vegetal; las cuales, se deben respetar porque definen: épocas de alta/baja producción vegetal; potreros de invierno (arbustivos)/potreros de verano (pastizal); época de descanso/uso intensivo; época de mucho ganado/poco ganado, entre otros determinados por el flujo de energía en el pastizal durante el año.

El éxito del pastoreo de tierras de propiedad común y privadas en México se sustenta en la observación de reglas de utilización del pastizal basadas en la experiencia ecológica y el interés de los líderes (económicos, culturales, políticos, etc.), en la conservación del recurso, lo que evita que el pastoreo se convierta en un sistema abierto y devastador del ecosistema (Hardin, 1968). El ejido y la comunidad en México, adolecen de reglas adecuadas de pastoreo y respeto a las mismas; lo anterior, particulariza las ganancias (el que cosecha primero la mayor cantidad de producto es el que gana más) y socializa las pérdidas: erosión, tolvaneras, pobreza ecológica, sequías sociales, menores oportunidades de desarrollo familiar (nutrición,

salud, cultura, etc., las absorbe el resto de la sociedad). En cuatro generaciones de acceso a la propiedad de la tierra, el ejido ha sido exportador de mano de obra desheredada y no calificada hacia las urbes y los Estados Unidos, debido al abatimiento de la productividad del pastizal, resultante de usuarios irreverentes, con mayores herramientas de cosecha de forraje (semovientes) y desinterés en la observación de reglas básicas de utilización del recurso. Agricultura de temporal y pastoreo son la peor combinación para el pastizal. Toda vez que los efectos de la desertificación son notorios, el pastizal ya ha perdido la cubierta vegetal, materia orgánica, abundancia de plantas deseables y, en casos extremos, ha sufrido erosión genética vegetal y faunística, aún antes del registro de movimientos de suelo por erosión eólica o hídrica.

La cultura de utilización del pastizal y producción en pastoreo adolecen del conocimiento de principios fundamentales entre los ejidatarios y pequeños propietarios de zonas áridas en México.

Genéticamente condicionados, los pastos evolucionaron al pisoteo, defoliación y, cuando retienen suficiente vigor en respuesta a pastoreos trashumantes (antes de la llegada del ganado doméstico) y/o controlados (bajo pastoreo moderno), entran en latencia, evitando las épocas críticas (sequías e invierno) para rebrotar vigorosamente cuando regresan la temperatura y humedad de crecimiento; por otra parte, su hábito de crecimiento modular hace que mantengan la estructura adecuada para cosechar lluvias menores a 5 mm (abundantes en México árido y semiárido; denominadas lluvia de fuste), cubrir áreas de suelo desnudo y, a la vez, atrapar suelo en movimiento en el aire (formar suelo). Los mejores suelos de México árido y semiárido, actualmente bajo uso agrícola, se formaron por pastos y aún podemos ver regiones con suelos de profundidades de 3m a 8m que fueron pastizales en su historia reciente.

En un pastizal sano, una densidad de 60 mil macollos maduros por hectárea es normal; debido al sobrepastoreo consuetudinario (al no respetar épocas de abundancia y escasez), la gran mayoría de los pastizales en México árido y semiárido poseen una población menor a 2000 macollos maduros por hectárea, de especies perennes deseables (las que aguantan sequías, sobrepastoreos y bajas temperaturas), lo que deja amplias zonas de suelo desnudo y energía solar que se disipa como calor, en lugar de generar riqueza a través de la fotosíntesis y pastoreo. Principalmente, debido a que la cosecha de forraje y otros productos del pastizal es interpretada por el tenedor(es) del área de pastoreo, como “cosecha de oportunidad”: *i. e.* el primero en llegar y/o el que tenga herramientas más herramientas adecuadas de cosecha (vacas, lancha, sierra eléctrica, equipo de pesca, ahumador para abejas, burros para la leña, etc.), aprovecha el recurso antes que lo hagan otros; lo anterior, sin promover su abundancia y sin respetar reglas de aprovechamiento y/o sin conocer el efecto de su actividad a largo plazo.

Lo anterior, ha provocado en México árido y semiárido que los recursos económicos e intelectuales que se invierten se conviertan en paliativos y no impacten la condición del pastizal ni el desarrollo de las familias rurales inmersas en México árido y semiárido.

Los copropietarios de los predios de pastoreo no tienen una ruta para lograr la **pradera ideal**: alta densidad de especies deseables por hectárea, con alto vigor para el rebrote durante cada verano (estableciendo un uso racional y potreros de verano e invierno, etc.), altas densidades de arbustivas valiosas para el invierno (aunque hay muchas de crecimiento veraniego) y, similarmente, no conocen estrategias para mejorar su eficiencia de hato (en ocasiones ni el concepto) esto es, establecer una ruta para volverse el **ganadero ideal** *i.e.* aquél que constantemente mejora sus

parámetros de hato: porcentajes de preñez, pariciones y destetes cada vez mejores, pesos al destete elevados, edad al primer parto de 24 meses, intervalo parto-concepción de 60 días, etc. Porqué es importante esto?. De no lograr lo anterior, nuestros productores son y seguirán siendo repelentes a amplitud de avances tecnológicos que existen y se desarrollan y a los efectos buscados en la inversión obligada del gobierno federal, originalmente para apoyo de los propietarios de áreas comunes.

Ejemplos de tecnología disponible, desarrollada por el autor y sus estudiantes (por su puesto, existe mucha tecnología valiosa desarrollada en México por investigadores muy valiosos y, sobre todo, muy honestos en sus esfuerzos): importancia de los centros de origen de especies valiosas, variabilidad intra-específica para atributos de morfología, producción, calidad, germinación, crecimiento, rebrote, etc. en pastos forrajeros, establecimiento de praderas de temporal en zonas áridas, establecimiento de arbustivas forrajeras en zonas áridas, transformación genética para calidad de forraje, fijación de nitrógeno en pastos de temporal, anatomía de hoja y agregación de lignina; entre los de mayor importancia, los cuales, al igual que los recursos económicos invertidos consistentemente por el gobierno federal, no tendrán efecto más allá de paliativos, si los ganaderos que los reciben no definen estrategias de desarrollo cultural hacia la producción en pastoreo.

Los usuarios del pastoreo en México árido y semiárido no son diferentes a los usuarios de tierras de pastoreo en otros países (desarrollados o no), se encuentran obligadamente inmersos en un sistema que no promueve el enaltecimiento de las áreas de pastoreo (aniquila intelectos e iniciativas individuales, difiere el beneficio de las inversiones intelectuales y económicas, etc.).

Similarmente, se requiere de espacios amenos para la información a la sociedad civil,

predominantemente urbana, que den cuenta masivamente de la condición del ecosistema de zonas áridas y lograr la conformación futura de intelectuales del pastoreo y una opinión pública, interesada en la conservación del recurso y la calidad de vida resultante del mismo. Junto con la mayor participación de la mujer en aspectos de tomas de decisión en los planes de conservación y mejoramiento de la tierra, la educación tendrá un mayor efecto en la conservación de la biodiversidad y el incremento de oportunidades de calidad de vida (salud, nutrición y educación en familia rural) en las zonas áridas bajo la constante de sequías y heladas recurrentes.

Se discute durante esta exposición la historia de los pastizales, la condición de uso a la que se encuentran sometidos actualmente, la tecnología disponible y opciones para que los

propietarios reduzcan su dependencia económica, tecnológica y principalmente el riesgo de aniquilar al ecosistema; lo anterior, porque el ecosistema se encuentra en amplio riesgo de ser absorbido por el avance del desierto; lo cual, debemos detener y/o, en caso contrario, adaptarnos a la pobreza ecológica que vamos a enfrentar. Somos los responsables de mayor capacidad intelectual para la conservación de ecosistemas que han sobrevivido por millones de años a cataclismos naturales diversos. Como señala López Velarde, la Patria lo merece: “Cuando nacemos, nos regalas notas; después, un paraíso de compotas, y luego te regalas toda entera: suave Patria, alacena y pajarera”.....requerimos interpretar el entorno y actuar colectivamente, con nuestra mejor herramienta (el intelecto), al respecto.

LITERATURA CITADA

Castellanos E, M McClain, M Álvarez, M Brklacich, JC Calvo-Alvarado, HLC Coutinho, JJ Jiménez-Osornio, and M Schellenberg. 2014. Conservation to sustain ecological processes and services in landscapes of the Americas. *In: H Tiessen and JWB Stewart (eds.) Applying Ecological Knowledge to Landuse Decisions.* Sao Paulo, Brasil. pp. 23-33.

Hardin, G. 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162 (3859): 1243-1248.

Millenium Ecosystem Assesstment (MEA) 2005. Living beyond our means: Natural assets and human well.being.Statement of the MA Board. SCOPE-IAI-IICA.Interamerican Institute for Global Change Research.
<http://www.maweb.org/en/BoardStatemnt.aspx>

A MOLECULAR PHYLOGENY OF THE CYNODONTEAE (POACEAE: CHLORIDOIDEAE) AND A NEW SUBGENERIC CLASSIFICATION OF *BOUTELOUA*

Paul M. Peterson,¹ Konstantin Romaschenko,^{1,2} & Yolanda Herrera Arrieta³

¹Smithsonian Institution, Department of Botany, National Museum of Natural History, Washington DC 20013-7012, U.S.A.

²M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences, Kiev 01601, UKRAINE

³Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Durango-COFAA, Durango, C.P. 34220, MEXICO

The grass family was probably characterized as a distinct entity in most cultures. Three hundred years before the Christian era, Theophrastus, a Greek scholar, recognized the grass family. The first scientific subdivision of the family was made by Brown (1814), who recognized two different spikelet types between Panicoideae and Pooideae (Festucoideae) subfamilies. The two-subfamily classification was used by most agrostologists for almost 150 years until more modern syntheses. With the infusion of molecular data, our present concept and classification of the grasses is changing at a rapid rate. In 1991, I organized a meeting at the 42nd American Institute of Biological Sciences in San Antonio, Texas to discuss the possibility of creating a large digital database that would include nomenclature, taxonomy, synonymy, original publications, type collections, secondary references using accepted names, and distribution by country of all New World grasses. Nine years later the first hard copy treatment of subfamilies Anomochlooideae, Bambusoideae, Ehrhartoideae, and Pharoideae was published (Judziewicz et al., 2000). Subsequently, the Chloridoideae (Peterson et al., 2001), Pooideae (Soreng et al., 2003), and the Panicoideae, Aristidoideae, Arundinoideae, and Danthonioideae (Zuloaga et al., 2003) were printed. Within each of these, provisional but now woefully out of date treatments, we included our best estimate of the generic classification of the tribes and subtribes for each subfamily.

Since that time we have updated and revised continuously the classification for all grasses worldwide

<http://www.tropicos.org/projectwebportal.aspx?pagename=ClassificationNWG&projectid=10>.

We recently published a hard copy of our worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Soreng et al., 2015), and in this work we present a radial tree illustrating the hierarchical relationships among grasses ($\pm 12,074$ species) that includes 771 grass genera in 12 subfamilies (Anomochlooideae, Aristidoideae, Arundinoideae, Bambusoideae, Chloridoideae, Danthonioideae, Micraioideae, Oryzoideae, Panicoideae, Pharoideae, Puelioideae, and Pooideae), 6 supertribes, 51 tribes, and 80 subtribes. Using *Joinvillea* Gaudich. ex Brongn. & Gris and *Ecdeiocolea* F. Muell. to polarize the grasses, our radial tree depicts Poaceae as monophyletic with 12 monophyletic subfamilies followed by, in order of divergence: Anomochlooideae, Pharoideae, and Puelioideae forming the basal lineages; Oryzoideae, Bambusoideae, and Pooideae forming the BOP clade (Clark et al., 1995); and Aristidoideae + Panicoideae as sister to the remaining set of Arundinoideae + Micraioideae, and Danthonioideae + Chloridoideae, forming the PACMAD clade (Sánchez-Ken & Clark, 2010). We tally at least 4978 species with known C₄ metabolism occurring in Aristidoideae, Chloridoideae, Micraioideae, and Panicoideae or approximately 41% of the grasses.

The Chloridoideae is the most derived subfamily of grasses and is sister to Danthonioideae. It consists of 1601 species in 131 genera and five tribes. The species are predominantly found in arid temperate grasslands with warm-season precipitation or in arid tropical grasslands. Mexico is a center of diversity for the grasses in this subfamily. Because climatic factors in Mexico favor members of the subfamily, it is not surprising that 29% (343 of the ± 1200) of all grass from this country are chloridoid. This is the highest percentage known for any country worldwide. Tanzania is the next highest with nearly 27% of the grasses belonging to Chloridoideae. Southern Africa, the USA, and Australia round out the top five with 24%, 23%, and 20% of their grass flora represented by the subfamily, respectively.

Tribe Cynodonteae currently includes 839 species in 93 genera and 18 subtribes, found primarily in Africa, Asia, Australia, and the Americas (Peterson et al., 2007; 2010a,b; 2014; 2015). A modern classification of the Cynodonteae based on the study of molecular characters has resulted in major changes in the circumscription and alignment of genera but there are still 15 incertae sedis genera. Therefore, we conducted a phylogenetic analysis on 237 species (396 samples) in the Cynodonteae using sequence data from seven plastid regions (*ccsA*, *rpoC2*, *rps3*, *rpl32-trnL* spacer, *rps16-trnK* spacer, *ndhA* intron, *rps16* intron) and the nuclear ribosomal internal transcribed spacer regions (ITS 1 & 2) to infer evolutionary relationships and revise the classification. We include an expanded set of species within *Cleistogenes*, *Dactyloctenium*, *Distichlis*, *Eragrostiella*, *Erioneuron*, *Tridens*, *Tridentopsis*, *Triodia*, and *Tripogon*. *Pogononeura* appears as the first split in a strongly supported clade within the Traginae, *Hubbardochloa* is sister

to *Lophacme* in the Gymnopogoninae, *Halopyrum* is sister to *Eragrostiella*, *Oropetium*, and *Tripogon* in the Tripogoninae, and *Odyssea mucronata* does not share an immediate common ancestor with *Odyssea paucinervis* and should be placed in a new genus. The following nine genera are newly placed within three **new subtribes**: *Brachychloa*, *Dactyloctenium*, *Neobouteloua* (**Dactylocteninae**); *Halopyrum* (Tripogoninae); *Hubbardochloa* (*Hubbardochloinae* is an older name for Gymnopogoninae); *Pogononeura* (Traginae); *Cleistogenes*, *Orinus* (**Orininae**); *Zaqiqah* (**Zaqiqatinae**). In our phylogeny: *Willkommia* and *Monelytrum* are in a grade and will be subsumed within *Tragus* and resolution of *Tripogon* needs further study.

Molecular evidence indicates that most lineages within the Cynodonteae have undergone rapid radiation and this is seen in *Bouteloua* Lag. (subtribe Boutelouinae), an important genus of forage grasses containing 60 species found primarily in the Americas with a center of diversity in northern Mexico. *Bouteloua* includes the dominant range grasses, *B. gracilis* (Kunth) Lag. ex Griffiths (navajita azul, blue grama) and *B. dactyloides* (Nutt.) Columbus (zacate búfalo, buffalograss). Together or separately, these two grasses are widely recognized as key species in shortgrass communities and both are highly drought and grazing tolerant (Hyder et al., 1975). The genus is characterized by an inflorescence of 1–many spicate primary branches distributed along the main axis, branch axes persistent or falling entire, spikelets bisexual, unisexual (plants monoecious or dioecious), or sterile, solitary, paired, or in triplets, sometimes secund, biseriate, glumes awned or awnless, lemmas 3-nerved, awned or unawned, a base chromosome number of $x = 10$, and a preference for xeric habitats (Herrera Arrieta

et al., 2004, 2008; Clayton et al., 2006). The inflorescences show significant structural variation, and this was used initially to subdivide *Bouteloua* into two subgenera, *Bouteloua* and *Chondrosum* (Gould, 1980; Columbus, 1999; Pilatti & Vegetti, 2014).

Other genera, such as, *Buchloe* Engelm., *Buchlomimus* Reeder, C. Reeder & Rzed., *Cathestecum* J. Presl, *Cyclostachya* Reeder & C. Reeder, *Opizia* J. Presl, *Pentarrhaphis* Kunth, *Pringleochloa* Scribn., and *Soderstromia* C.V. Morton were known to be morphologically similar. The two monotypic genera, *Buchlomimus* and *Cyclostachya*, described by John Reeder and others, each included a species that was transferred from *Bouteloua* based primarily on the possession of sexual dimorphism (Reeder & Reeder, 1963; Reeder et al., 1965). Phylogenetic relationships among these eight genera and *Bouteloua* were unknown until DNA molecular studies revealed these satellite genera belonged in *Bouteloua*, now a large putative monophyletic assemblage (Columbus et al., 1998; Columbus, 1999). Based on these earlier molecular studies no subgeneric or sectional names have been provided for the species in the much expanded, *Bouteloua*.

A modern subgeneric classification of *Bouteloua* is lacking. The goals of our study were to reconstruct the evolutionary history among the species of *Bouteloua* using molecular data with increased species sampling compared to previous studies. We present here a new phylogenetic analysis was conducted on 209 samples, of which species (206 individuals) were in *Bouteloua*, using two plastid (*rpl32-trnL* spacer and *rps16-trnK* spacer) and nuclear ITS sequences to infer evolutionary relationships and produce a subgeneric classification. The main goals of this study were to estimate the phylogeny of *Bouteloua* species with

increased sampling and provide a subgeneric classification that reflects evolutionary units. We present here a new phylogenetic hypothesis based on ITS and two plastid regions (*rpl32-trnL* and *rps16-trnK*) for 59 of the 60 species (98.3%) that occur in *Bouteloua*. We discuss morphological and anatomical characters supporting relationships and propose a completely new subgeneric classification.

Overall, ITS and plastid phylogenies of the 59 species of *Bouteloua* rendered similar patterns. The ITS network shows a radiative evolutionary pattern and indicates a number of incompatible splits, suggesting past hybridization between species of different sections. The molecular results support the recognition of 10 sections and two subsections within *Bouteloua* s.l.; three sections are new: ***Barbata***, ***Hirsuta***, and ***Trifida***; four sections are new combinations: ***Buchloe***, ***Cyclostachya***, ***Opizia***, and ***Triplathera***; and two subsections are new: ***Eriopoda*** and ***Hirsuta***.

Based on our molecular results and the possession of unique morphological characters we describe a new species from Nuevo León, ***Bouteloua herrera-arrietae*** (Fig. 1). The new species differs from *Bouteloua chasei* Swallen in having densely lanate upper glumes with whitish, basally flattened hairs (glabrous to sparsely pilose with terete hairs in *B. chasei*), straight flat (arcuate and involute in *B. chasei*) leaf blades with abaxial appressed hairs (glabrous in *B. chasei*), and 2.5–3.2 mm long upper glumes (3–3.5 mm long in *B. chasei*). *Bouteloua herrera-arrietae* is known only from the type locality in the Sierra Madre Oriental, Mexico (Nuevo León: Municipio Galeana) where it occurs on calcareous rocky hills with *Pinus cembroides*, *Yucca carnerosana*, *Agave striata*, *Lycium* sp., *Bouteloua scopioides*, and *Aristida pansa*.

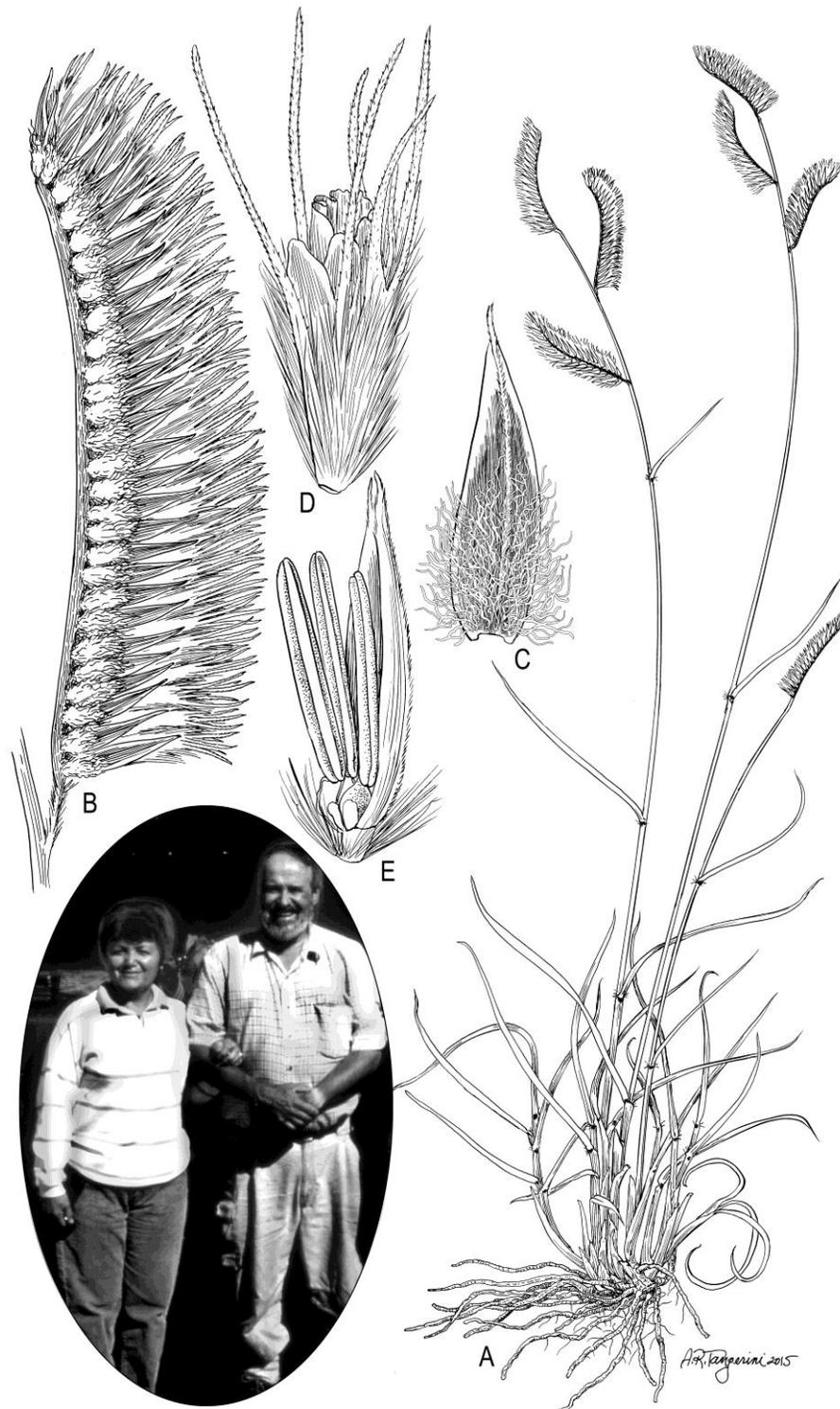


Fig. 1. *Bouteloua herrera-arrieta* P.M. Peterson & Romasch. [*Peterson, Romaschenko & Valdes Reyna 24458 (ANSM, US)*]. A. Habit. B. Panicle branch. C. Upper glume. D. Florets. E. Palea, lodicules, ovary, and stamens. Inset photo: Dr. Yolanda Herrera Arrieta (left) and Dr. Jacques Cayouette (right), taken by P.M. Peterson, Oct 2000.

LITERATURE CITED

- Brown, R. (ed.) 1814. *Gramineae*. W. Bulmer & Company, London.
- Clark, L.G., Zhang, W.P. & Wendel, J.F. 1995. A phylogeny of the grass family (Poaceae) based on *ndhF* sequence data. *Systematic Botany* 20:436-460.
- Clayton, W.D., Vorontsova, M.S., Harman, K.T. & Williamson, H. 2006 onwards. GrassBase - The online World grass flora. The Board of Trustees, Royal Botanic Gardens <http://www.kew.org/data/grasses-db.html> (accessed 18 March 2015), Kew.
- Columbus, J.T. 1999. An expanded circumscription of *Bouteloua* (Gramineae: Chloridoideae): new combinations and names. *Aliso* 18:61-65.
- Columbus, J.T., Kinney, M.S., Pant, R. & Siqueiros-Delgado, M.E. 1998. Cladistic parsimony analysis of internal transcribed spaces region (ndDNA) sequences of *Bouteloua* and relatives (Gramineae: Chloridoidea). *Aliso* 17:99-130.
- Gould, F.W. 1980. The genus *Bouteloua* (Poaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66:348-416.
- Herrera Arrieta, Y., Peterson, P.M. & Cerda Lemus, M. 2004. Revisión de *Bouteloua* Lag. (Poaceae). Instituto Politecnico Nacional, CIIDIR y Comisión Nacional Conocimiento y Uso Biodiversidad, Durango, México.
- Herrera Arrieta, Y., Peterson, P.M. & Valdés Reyna, J. 2008. *Bouteloua* (Poaceae: Chloridoideae: Cynodonteae: Boutelouinae) del noreste de México. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 2:917-981.
- Hyder, D.N., Bement, R.E., Remmenga, E.E. & Hervey, D.F. 1975. Ecological responses of native plants and guidelines for management of shortgrass range. In: US Department of Agriculture, Agricultural Research Service Technical Bulletin 1503. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
- Judziewicz, E.J., Soreng, R.J., Davidse, G., Peterson, P.M., Filgueiras, T.S. & Zuloaga, F.O. 2000. Catalogue of New World grasses (Poaceae): I. subfamilies Anomochlooideae, Bambusoideae, Ehrhartoideae, and Pharoideae. *Contributions from the United States National Herbarium* 39:1-128.
- Peterson, P.M., Columbus, J.T. & Pennington, S.J. 2007. Classification and biogeography of New World grasses: Chloridoideae. *Aliso* 23:580-594.
- Peterson, P.M., Romaschenko, K. & Herrera Arrieta, Y. 2014. A molecular phylogeny and classification of the Cteniinae, Farragininae, Gouiniinae, Gymnopogoninae, Perotidinae, and Trichoneurinae (Poaceae: Chloridoideae: Cynodonteae). *Taxon* 63:275-286.
- Peterson, P.M., Romaschenko, K. & Herrera Arrieta, Y. 2015. A molecular phylogeny and classification of the Eleusininae with a new genus, *Micrachne* (Poaceae: Chloridoideae: Cynodonteae). *Taxon* 64:445-467.
- Peterson, P.M., Romaschenko, K. & Johnson, G. 2010a. A classification of the Chloridoideae (Poaceae) based on multi-gene phylogenetic trees.

Molecular Phylogenetics and Evolution
55:580-598.

Peterson, P.M., Romaschenko, K. & Johnson, G. 2010b. A phylogeny and classification of the Muhlenbergiinae (Poaceae: Chloridoideae: Cynodonteae) based on plastid and nuclear DNA sequences. *American Journal of Botany* 97:1532-1554.

Peterson, P.M., Soreng, R.J., Davidse, G., Filgueiras, T.S., Zuloaga, F.O. & Judziewicz, E.J. 2001. Catalogue of New World grasses (Poaceae): II. subfamily Chloridoideae. *Contributions from the United States National Herbarium* 41:1-255.

Pilatti, V. & Vegetti, A. 2014. Diversity of inflorescences in the Boutelouinae subtribe (Poaceae: Chloridoideae: Cynodonteae). *Flora* 2009:426-434.

Reeder, J.R. & Reeder, C.G. 1963. Notes on Mexican grasses II. *Cyclostachya*, a new dioecious genus. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 90:193-201.

Reeder, J.R., Reeder, C.G. & Rzedowski, J. 1965. Notes on Mexican grasses III. *Buchlomimus*, another dioecious genus. *Brittonia* 17:26-33.

Sanchez-Ken, J.G. & Clark, L.G. 2010. Phylogeny and a new tribal classification of the Panicoideae s.l. (Poaceae) based on plastid and nuclear sequence data and structural data. *American Journal of Botany* 97:1732-1748.

Soreng, R.J., Peterson, P.M., Davidse, G., Judziewicz, E.J., Zuloaga, F.O., Filgueiras, T.S. & Morrone, O. 2003. Catalogue of New World grasses (Poaceae): IV. subfamily Pooideae.

Contributions from the United States
National Herbarium 48:1-730.

Soreng, R.J., Peterson, P.M., Romaschenko, K., Davidse, G., Zuloaga, F.O., Judziewicz, E.J., Filgueiras, T.S., Davis, J.I. & Morrone, O. 2015. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). *Journal of Systematics and Evolution* 53:117-137.

Zuloaga, F.O., Morrone, O., Davidse, G., Filgueiras, T.S., Peterson, P.M., Soreng, R.J. & Judziewicz, E.J. 2003. Catalogue of New World grasses (Poaceae): III. subfamilies Panicoideae, Aristidoideae, Arundinoideae, and Danthonioideae. *Contributions from the United States National Herbarium* 46:1-662.



VI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y
el bienestar del hombre”.

ECOLOGÍA, CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE PASTIZALES



**ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DE 13 GRAMÍNEAS EN CALERA DE V.R.,
ZACATECAS**

**MORPHOLOGICAL ATTRIBUTES OF THE THIRTEEN GRASSES IN CALERA V.R.,
ZACATECAS**

Francisco Antonio Rubio Aguirre*¹

¹INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Zacatecas. Km. 20.5, carretera Zacatecas-Fresnillo. C.P. 98500.

*rubio.francisco@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron conocer algunos atributos morfológicos de trece accesiones de gramíneas en el altiplano de Zacatecas durante el año 2014. Se encontró que los materiales de pasto alcalino, banderilla y navajita, obtuvieron 3041.4, 2654.9 y 2454.4 kg/ha/año de forraje seco, siendo superiores a la variedad importada de pasto banderilla Haskell, la cual rindió 1508.8 kg/ha/año. Los materiales que aportaron la mayor cantidad de forraje durante el periodo seco, fueron el T-9 Z. alcalino, T-3 var. Chih-75 y var. Haskell con 14.0, 11.0 y 9.8%, respectivamente. Los tratamientos T-4, T-2 y T-1, obtuvieron un rendimiento de semilla más alto que la variedad Haskell. Todas las accesiones mostraron un estado de hoja suave, salvo el pasto alcalino quien a partir de mediados de septiembre su hoja se tornó áspera. De todos los pastos bajo estudio la var. Chih-75 fue la única afectada por roya (*Puccinia spp.*).

ABSTRACT

The objectives of this study were to determine some morphological attributes of thirteen accessions of grasses in the highlands of Zacatecas, Mexico, during 2014. It was found that materials of the sacaton alkaline, sideoats grass and blue grama grass, obtained 3041.4, 2654.9 and 2454.4 kg/ha/yr of dry forage, still higher than the imported variety Haskell, which yielded 1508.8 kg/ha/yr. The materials contributed as much forage during the dry season were the T-9 sacaton alkaline, T-3 var. Chih-75 and var. Haskell, with 14.0, 11.0 and 9.8%, respectively. The T-4, T-2 and T-1, treatments were superior in performance to the seed variety Haskell. All grasses showed a softleaf, except alkaline grass who from mid-September the sheet became rough. Of all the pastures under study var. Chih-75 was the only affected by rust (*Puccinia spp.*).

Key words: *Sporobolus*, *B. curtipendula*, *Haskell*, *B. gracilis*

INTRODUCCIÓN

Zacatecas cuenta con una superficie total de 7.5 millones de hectáreas, la eliminación de la cubierta vegetal en más de 1.5 millones en los últimos 100 años, está afectando en forma directa la pérdida de la biodiversidad de especies, avance de la desertificación, bajos rendimientos unitarios y dependencias tecnológicas del extranjero, principalmente en el rubro de material genético en base a semillas forrajeras. Echavarría *et al.*, (2009), encontraron que la degradación de los suelos agrícolas en el estado afectan 960,463 ha en su nivel medio (82% de la superficie total) y 125,963 ha en su nivel alto (10.8% del total), gran parte de dicha superficie, se

encuentra en la zona agrícola llamada “zona frijolera” ubicada al noroeste del estado, otrora bioma representativo de los mejores pastizales de la entidad. El cambio a su estado original, a corto y mediano plazo podría ser realizado de manera gradual, con el establecimiento y manejo adecuado de especies vegetales forrajeras sobresalientes, bajo esquemas agro-silvopastoriles sustentables. Los objetivos del presente estudio fueron conocer algunos atributos morfológicos de trece accesiones de gramíneas en el altiplano de Zacatecas durante el año 2014.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación fue en el Jardín de especies forrajeras, establecido el verano del año 2012, en el CEZAC-INIFAP ubicada a una longitud de 102° 39' 34.0", latitud: 22° 54' 31.3" a 2197 msnm, en un suelo agrícola de textura franco, con un pH de 8.18±0.1, rico en materia orgánica (3.83±0.8%), pobre en nitrógeno nítrico (10.0 kg/ha) y nitrógeno amoniacal (20.0 kg/ha), valores medios de fósforo (25.0 kg/ha), rico en potasio (300.0 kg/ha), extra rico en calcio (4000.0 kg/ha), valores medios de magnesio (25 kg/ha), siendo un suelo no salino-no sódico. Se evaluaron 13 accesiones de diferentes gramíneas, cuatro de banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.; cinco de navajita *Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. Ex Griffiths; una de triguillo *Bouteloua radicata* (E. Fourn.) Griffiths; una de zacatón alcalino *Sporobolus airoides* (Torr.) Torr. y dos de rhodes *Chloris gayana* Kunth]. De las dos accesiones de navajita la semilla original fue colectada por productores participantes en un proyecto de recolección masiva de semillas forrajeras impulsado por la SAGARPA-INIFAP (Rubio, 2000), y muestras de ese material fueron resguardado a temperatura ambiente en las instalaciones del CEZAC-INIFAP, cuyo origen es precisamente el municipio de Río Grande, donde el disturbio antrópico ha sido de los más devastadores por los desmontes masivos para la producción de frijol y maíz.

La siembra de los pastos fue en charolas de poliuretano bajo invernadero, posteriormente fueron trasplantadas a campo el verano del año 2012. La parcela experimental tuvo una distancia entre surcos de 0.76 m y entre plantas a 0.75 m, colocando 28 plantas/parcela (15.96 m²), con una parcela útil de 10 plantas (5.7 m²), contando con tres repeticiones por cada accesión o tratamiento. El año de establecimiento los pastos fueron

apoyados con tres riegos de auxilio, en años subsecuentes la evaluación fue bajo condiciones exclusivas de temporal. No hubo aplicación de fertilizantes ni remoción mecánica de suelo, solo deshierbes con azadón. La distribución mensual de la precipitación durante el año 2014 fue como siguiente: enero, 15.6 mm; febrero, 0.0; marzo, 0.4 mm; abril, 0.0 mm; mayo 31.3 mm; 99.2 mm junio; 41.4 mm julio; 75.5 mm agosto; 78.6 mm septiembre; 26.1 mm octubre; 23.4 mm noviembre y 22 mm en diciembre, sumando un total de 413.2 mm. Las variables obtenidas fueron: altura; peso de fitomasa aérea; producción de semilla; producción secas: total anual; estado al tacto de hojas y enfermedades (siendo algunas de las variables morfológicas para ser tomadas en cuenta en la colecta base durante los primeros años de estudio de acuerdo a Quero, *et al.*, 2012). Los datos se agruparon en un Diseño completamente al azar, usando la prueba DMS a un 0.01%. Dentro de los resultados no se reportan todos los materiales, sino solamente aquellos que resultaron sobresalientes en base a las variables bajo estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura.- Respecto a la altura en cm encontrada el 2 de junio del 2014 (época de secas), los resultados muestran diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos, en donde los pastos que alcanzaron un mayor porte fueron: el T9 zacatón alcalino, el T3 banderilla var. Chih-75 y banderilla Maturana, con 45.2, 29.3 y 26.4 cm, respectivamente. Durante el periodo de lluvias, para las fechas del 1 de agosto y 17 de septiembre, los resultados muestran diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos, en donde los pastos con mayor porte para la fecha de muestreo de septiembre fueron: el T9 zacatón alcalino, T1 banderilla Maturana y

el T3 banderilla var. Chih-75, con 125.8, 85.2 y 82.7 cm, respectivamente.

Peso seco de fitomasa aérea.- En relación al peso seco durante el periodo de estiaje, se observaron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), en donde el T9 zacatón alcalino fue el más productivo, seguido del T3 banderilla var. Chih-75. Durante el periodo húmedo, hubo diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), en donde el T-9 Z. alcalino; T-1 banderilla Maturana; T-3 banderilla Var. Chih-75; T-4 navajita Rio Grande M1 y T-2 banderilla lote CEZAC obtuvieron las más altas producciones (Cuadro 1). Al sumar los rendimientos de forraje de las dos épocas de cosecha realizadas durante el año, el pasto alcalino alcanzó el rendimiento más alto con 3041.4 kg/ha, los datos concuerdan con los obtenidos por Rubio *et al.*, (1990), en el mismo sitio de trabajo con las colecciones No. de entrada INIA-351-SLP, INIA-313-AGS, INIA-274-ZAC, INIA-277-ZAC, e INIA-338-SLP, los cuales produjeron durante los años de 1986 a 1988 un rendimiento medio de 4.88, 3.84, 3.75, 3.72 y 3.69 ton de MS/ha, respectivamente, encontrando que son materiales que resisten el frío y permanecen verdes gran parte del año. La información anterior muestra la importancia del pasto alcalino para el área de influencia del sitio de estudio, en donde se ha demostrado para otras regiones como es el estado de Coahuila, una gran variabilidad y alto rendimiento forrajero entre ecotipos de acuerdo su sitio de origen (Ortegón y Kuruvadi, 1985). Por su parte, los resultados encontrados con el pasto banderilla al ser comparado con la var. Haskell, vuelven a coincidir con los estudios reportados por Rubio (1995a) en donde en base al

rendimiento de materia seca las producciones por accesión fueron de 3.1, 2.9, 2.5, 2.3 y 2.1 ton/ha, para el INIA-207, variedad Chih-75, variedad Premier, ecotipo INIA-315 y variedad Haskell, respectivamente, siendo los ecotipos mexicanos los que obtienen una mejor respuesta productiva que la var. Haskell, la cual entro a México importada por el Gobierno del estado de Zacatecas, ante la falta de semilla de ecotipos o variedades mexicanas.

Producción seca total anual.- Los materiales que aportaron la mayor cantidad de forraje durante el periodo seco, fueron el T-9 alcalino, T-3 var. Chih-75 y T-13 var. Haskell con 14.0, 11.0 y 9.8%, respectivamente (Cuadro 1). Esta mayor cantidad de forraje encontrada durante la época de estiaje con el pasto alcalino, se debe sin duda a su amplio y profundo sistema radicular como lo fue reportado por Groeneveld (1989) quien estudio la distribución de raíces inter especies del pasto alcalino y del arbusto *Atriplex torreyi*, encontrando raíces del pasto a una profundidad de 1.8 m, lo cual permite tener acceso a la humedad del suelo a zonas profundas.

Al ser todos los materiales bajo estudio pastos de verano, conocer su comportamiento productivo en la época de estiaje, define una línea de investigación de suma importancia para trabajar e incrementar de forma masiva ecotipos que oferten forraje en sitios estratégicos dentro del predio, en los periodos críticos (pasturas escasas y caras) para hacer más rentable la producción animal.

Cuadro 2. Peso seco (kg/ha) y proporción (%) de fitomasa aérea durante los periodos seco y lluvioso de gramíneas en el CEZAC-INIFAP. Calera, Zac. 2014.

| Trat. | Nombre | Origen | Secas kg/ha | Lluvias kg/ha | Total kg/ha | % peso secas |
|----------|-------------|---------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|
| 9 | Z. alcalino | CEZAC M2 | 425.6 a | 2615.8 a | 3041.4 | 14.0 |
| 1 | Banderilla | Maturana | 249.6 b | 2405.3 ab | 2654.9 | 9.4 |
| 3 | B. Chih-75 | Lote CEZAC | 270.2 b | 2184.2 abc | 2454.4 | 11.0 |
| 4 | Navajita | Río Grande M1 | 139.6 c | 1912.8 abcd | 2052.4 | 6.8 |
| 2 | Banderilla | Lote CEZAC | 134.4 cd | 1681.2 abcde | 1815.6 | 7.4 |
| 13 | B. Haskell | USA | 147.4 c | 1361.4 cde | 1508.8 | 9.8 |
| C.V. (%) | | | 21.9 | 27.4 | | Media=7.7 |

* Literales diferentes indican diferencias ($p < 0.01$) entre tratamientos

Peso de semilla.- En cuanto al peso de semilla, se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), entre accesiones, en donde los materiales T-4 navajita Río Grande; T-2 banderilla Lote CEZAC; T-1 banderilla Maturana, Chih.; T-5 navajita Río Grande M2 y T-7 navajita Fresnillo M5, produjeron 339.8, 331.8, 292.4, 251.5 y 230.0 kg/ha, respectivamente. El T-13 de banderilla Var. Haskell, rindió solo 59.5 kg/ha. Al observar el buen comportamiento productivo de los materiales de navajita T4 y T-5, nos indican las necesidad de seguir rescatando, preservando y evaluando el material genético de aquella región, cuna de los mejores pastizales de estado de Zacatecas. El C.V. fue de 33.1%.

Estado al tacto de hojas.- La evaluación cualitativa del estado de la hoja al tacto, mostró que la mayoría de los ecotipos tuvieron un estado de hoja suave durante todo el ciclo productivo, salvo el ecotipo de pasto alcalino el cual a partir del 17 de septiembre presento un estado de hoja áspera. Esta situación puede ser usada para determinar fechas óptimas de uso de este pasto por el ganado. El estado áspero del follaje ha demeritado el seguimiento y evaluación de esta especie por los centros de investigación y enseñanza, sin embargo es conveniente retomar los dicho por Hickeyy Springfield (1966), en donde afirman que este pasto ofrece bastante forraje, buena

cobertura vegetal, es tolerante al pastoreo intenso y ofrece posibilidades para su uso en resiembras, por tal motivo merece más atención por la investigación.

Enfermedades (Roya).- En cuanto a la presencia de Roya (*Puccinia* spp.), las tres repeticiones del T-3 (var. Chih.-75), presentaron la enfermedad y se observaron además gran cantidad de hojas basales secas, en cambio el T-13 (var. Haskell), presentó hojas de un verde intenso. Esta información no coincide por la encontrada por Rubio (1995b) 19 años antes, en donde al evaluar la presencia de roya encontró diferencias significativas ($p < 0.05$), entre materiales, donde la variedad con mayor presencia de roya fue Haskell la cual en promedio dio 4.5 unidades en la escala de Saari y Prescott, indicando que es un material Moderadamente resistente a roya, en cambio la var. Chih-75 mostró solo 1.1 unidades promedio, lo cual la situaba en la categoría de Resistentes a la enfermedad. Observaciones de campo no documentadas sobre parcelas antiguas de la var. Chih-75, muestran presencia de esta enfermedad y el presente estudio los verifica.

CONCLUSIONES

- Se encontraron materiales de pasto alcalino, banderilla y navajita, con buenos atributos morfológicos en

- base a producción de forraje seco, superiores a la variedad importada Haskell de pasto banderilla.
- b) Los materiales que aportaron la mayor cantidad de fitomasa aérea durante el periodo seco, fueron el T-9 alcalino, T-3 var. Chih-75 y var. Haskell.
 - c) Las accesiones de pasto navajita Río Grande M1, banderilla lote CEZAC y banderilla Maturana, mostraron un mejor rendimiento de semilla que la variedad Haskell.
 - d) Todas las accesiones mostraron un estado de hoja suave, salvo el pasto alcalino quien a partir de mediados de septiembre su hoja se tornó áspera y en relación a la presencia de roya, la var. Chih-75 de pasto banderilla fue la única afectada.

LITERATURA CITADA

- Echavarría, CH.F.G.; G. Medina G.; A.F. Rumayor R.; A. Serna P.; H. Salinas G.; J.G. Bustamante W. 2009. Diagnóstico de los recursos naturales para la planeación de la intervención tecnológica y el ordenamiento ecológico. Libro técnico No. 10. CEZAC-CIRNOC-INIFAP. Calera de V.R., Zac. 174 p.
- Groeneveld P.D. 1989. Shrub rooting and water acquisition on threatened shallow ground water habitats in the Owens valley, California. 221-237p. *In*: Proceedings-Symposium on Cheatgrass Invasion, Shrub Die-off, and Other Aspects of Shrub Biology and Management. Compilers: E. D. McArthur, E. M. Romney, S.D. Smith, P.T. Tueller. General Technical Report INT-276.1990. Consultado en línea el 21/06/2015. http://www.fs.fed.us/rm/pubs_int/int_gtr276.pdf.
- Hickey, W. C.; H. Springfield W. 1966. Alkali Sacaton: Its merits for forage and cover. *Journal of Range Management Archives*. Vol. 19. No. 2. 71-74 p. Consultado en línea el 21/06/2015: <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/issue/view/314>
- Ortegon, P.A; S. Kuruvadi. 1985. Evaluación de colecciones nativas de zacatón alcalino *Sporobolus airoides* torr. en la formación de variedades bajo sequía. *Agraria. Revista científica UAAAN*. Vol. 1. No. 2. 107-121 p.
- Quero – Carrillo, A. R.; J. F. Villanueva – Avalos; J. F. Enríquez – Quiroz; C. R. Morales– Nieto; E. D. Bolaños – Aguilar; J. Castillo – Huchim; J. J. Maldonado – Méndez; F.Herrera - Cedano. 2012. Manual de Evaluación de Recursos Genéticos de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras. INIFAP – CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 22. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 41 p.
- Rubio A.F.A.; J.R. González D.; F. Cárdenas R. 1990. Caracterización inicial de 21 ecotipos de zacate alcalino en Calera, Zac. *Resúmenes de Investigación 1988. CIFAP-Zacatecas. Publicación especial Núm. 5. Calera V. R., Zac. 32 p.*
- Rubio, A.F.A. 1995a. Estudio comparativo de diferentes materiales de zacate banderilla en Calera, Zac. Informe técnico 1994. Campo Experimental Calera-CIRNOC-INIFAP. Publ. Mimeo. 10-20 p.
- Rubio, A.F.A. 1995b. Estudio comparativo de diferentes materiales de zacate banderilla en Calera, Zac. Informe técnico 1994. Campo Experimental Calera-CIRNOC-INIFAP. Publ. Mimeo. 10-20 p.
- Rubio A.F.A. 2000. Cosecha de semillas de especies forrajeras en predios ganaderos y orillas de carreteras en Zacatecas. Memoria de Reunión científica de la XXXVI Reunión de Investigación Pecuaria. Sonora 2000. Hermosillo, Sonora. p. 62.

VELOCIDAD DE EMERGENCIA DE CARIÓPSIDES CLASIFICADOS Y DIÁSPORAS EN DOS PASTOS NATIVOS Y DOS INTRODUCIDOS

EMERGENCY SPEED IN CARYOPSIS SIZE AND DIASPORES IN TWO NATIVE AND TWO INTRODUCED GRASSES

Filogonio Jesús Hernández-Guzmán^{1*}, Adrián Raymundo Quero-Carrillo², Paulino-Pérez
Rodríguez², Patricia Landa-Salgado³ y Pedro Aguilar-López⁴

¹UTEQ-Tulancingo. ²Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo. ³Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México. ⁴Universidad Politécnica Francisco I. Madero, Edo. de Hidalgo. * fjesushg@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la velocidad de emergencia de cariósides clasificadas y diásporas en dos tipos de suelo a diferentes profundidades de siembra de cuatro especies de gramíneas. Los pastos utilizados fueron Navajita, Banderita; Buffel y Rhodes. Se eliminaron brácteas accesorias y las cariósides se separaron en chicos, medianos y grandes. Las profundidades de siembra fueron 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 y 5.0 cm y se utilizó suelo Vertisol y Calcisol. Se sembró en invernadero y se evaluaron 60 tratamientos al sembrar cariósides y 20 tratamientos al sembrar diásporas tanto en pastos nativos como introducidos. Se contaron plántulas normales cada 24 h durante 64 días para cariósides y diásporas. La información se analizó con LIFEREG de SAS. En pastos nativos se observó emergencia hasta 21 días después de siembra (dds) y en introducidos hasta 45 dds. Mayor velocidad de emergencia ocurrió en pastos nativos en cariósides medianos>grandes>chicos, mientras en Rhodes ocurrió en cariósides grandes>medianos>chicos difiriendo de Buffel chicos>grandes>medianos (P<0.001). Mayor velocidad de emergencia ocurrió en pastos nativos de 0.5 a 2.0 cm y en introducidos de 0.5 a 3.0 cm en suelo Vertisol. Sembrar cariósides resultó en mayor velocidad de emergencia en los primeros días al establecimiento.

Palabras clave: Beneficio de semilla, clasificación de cariósides, establecimiento en temporal.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the speed of caryopses emergency and diaspores classified in two types of soil at different depths of planting four species of grasses. Pastures used were Blue grama, Sideoatsgrama; Buffel and Rhodes. Accessory bracts were removed and separated caryopses in small, medium and large. The planting depths were 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 and 5.0 cm into Vertisol and Calcisol soils were used. It was planted in a greenhouse, using caryopses were analyzed 60 treatments and 20 treatment with diaspores in native or introduced grasses. Normal seedlings were counted every 24 h along 64 days caryopsis and diaspores. Data were analyzed with SAS LIFEREG. In emergency native grasses was observed up to 21 days after sowing (DAS) and introduced to 45 dds. Faster emergency occurred in native grasses into medium> large> small caryopses, while Rhodes was the case in large> medium> small differing Buffel small> large> medium (P <0.001). Faster emergency occurred in native grasses from 0.5 to 2.0 cm and introduced from 0.5 to 3.0 cm in Vertisol soil. Caryopses planting resulted in faster emergency in the early days of the establishment.

Keywords: Benefit of seed, caryopsis classification, establishment under rainfed conditions.

INTRODUCCIÓN

En el Desierto Chihuahuense de México, actualmente los pastizales cubren aproximadamente 15% o menos de su superficie original (PMAR, 2012). Por tanto, al tratar de recuperar áreas de pastizal, la industria de semillas debe ofrecer al

productor máxima calidad genética, física y biológica de éstas, aspectos influenciados por el ambiente de producción, cosecha, beneficio y almacenamiento (Hernández-Guzmán *et al.*, 2014). La clasificación de cariósides por peso ha sido estudiada por Springer *et al.* (2001) y Larsen y

Andreasen (2004) en *Tripsacum dactyloides*, encontraron que el peso de carióspsides y la velocidad de germinación están directamente relacionadas y observaron mayor germinación en carióspsides comparada con diásporas. Por otro lado Naylor (1980), encontró mayor emergencia (95%) a mayor tamaño de carióspside (TC) en *L. perenne* y a 0.5 cm de profundidad. La velocidad de germinación (VG) es considerada como la uniformidad de germinación (Brown y Mayer, 1988) y puede ser información útil para el conocimiento del vigor de un lote de semillas. El objetivo del estudio fue evaluar la velocidad de emergencia en dos pastos nativos como dos introducidos en dos tipos de suelo, tres tamaños de carióspside o diásporas a cinco profundidades de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en tres ocasiones de marzo a julio de 2011 con diferencia de 66 días en condiciones de invernadero en Montecillo, Estado de México. El material experimental consistió de propágulos (semilla) de dos pastos nativos: Navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Griffiths)] y Banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr)] variedad Reno, así como dos introducidos: Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) variedad Común y Rhodes (*Chloris gayana* Kunth) variedad Bell. Se obtuvieron 100 g de carióspsides mediante fricción por especie y con ayuda de tamices las carióspsides se clasificaron en chicas, medianas y grandes, posteriormente, se realizó viabilidad con tetrazolio (0.1%; ISTA, 2012) para sembrar en base a semilla pura viable (SPV). Los tamaños de tamices para carióspsides grandes, medianas y chicas, para pasto Banderita y Buffel fueron 0.70, 0.59 y 0.50 mm y para Navajita y Rhodes fueron: 0.59, 0.50 y 0.42 mm, respectivamente. Los suelos Vertisol y Calcisol se desinfectaron en autoclave y se sembró en base a SPV en tubos con drenaje de 3 x 10 cm. Las profundidades de siembra

fueron 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 y 5.0 cm. Se sembró a la espera de cinco plántulas con carióspsides y ocho con diásporas. Se regó cada 72 horas a saturación con agua del sistema potable de Montecillo. Los tratamientos en carióspsides clasificados y diásporas fueron 60 y 20 tanto para pastos nativos como introducidos, respectivamente. Se contabilizaron plántulas con la primera hoja evidente cada 24 horas y hasta 64 días tanto para carióspsides como diásporas, la variable fue la velocidad a la cual emergieron las plántulas. Los datos se analizaron mediante regresión logística (Hosmer y Lemeshow, 2000), y se ajustaron con el procedimiento LIFEREG de SAS (2003). La comparación de medias, se realizó con Long Rank, Wilcoxon y $-2\text{Log}(\alpha=0.05)$.

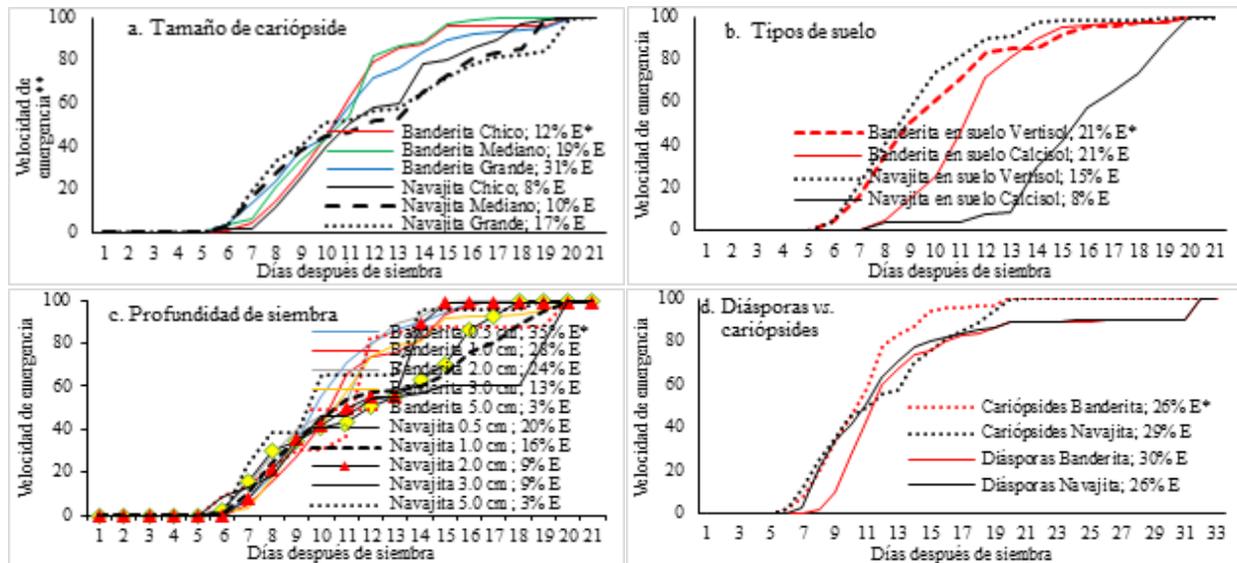
RESULTADOS

Se observaron diferencias en tratamientos en velocidad de emergencia (VE) tanto en pastos nativos como introducidos ($P<0.001$). En pastos nativos la VE en promedio por tamaño de carióspside (TC) fue diferente ($P<0.001$; Figura 1a) y fue mayor en Navajita del intervalo 6 al 10 dds y resultó: $\text{TCm}>\text{TCg}>\text{TCch}$ y del intervalo 10 al 18 dds en pasto Banderita: $\text{TCm}>\text{TCch}>\text{TCg}$, sin embargo, mayor emergencia (%) se obtuvo a mayor tamaño de carióspside. La VE promedio por tipo de suelo fue diferente (Figura 1b; $P<0.001$) y el suelo tipo Vertisol siempre benefició a mayor VE. En cuanto a profundidad de siembra (PS) se observaron diferencias ($P<0.001$; Figura 1c), plántulas de Navajita a 5.0, 0.5 y 1.0 cm emergieron a mayor velocidad en el intervalo 6 a 9 dds para después disminuir y retrasar la emergencia de 13 a 18 dds, por su parte en pasto Banderita mayor VE se presentó a 0.5 y 1.0 cm del intervalo 10-12 dds y fue constante hasta el día 17 dds, cabe mencionar que la emergencia fue mayor a menor profundidad de siembra. En promedio de TC ($P<0.001$; Figura 1d) carióspsides de Banderita tienen mayor VE de 10 a 19 dds

en comparación a Navajita, mientras de 5 a 10 dds la VE es mayor en Navajita ($P < 0.01$). Por otro lado, cuando se compara la VE de cariósides vs. diásporas (Figura 1d) en el

intervalo 7 a 10 dds fue similar en cariósides de Banderita y Navajita así como diásporas de Navajita.

Figura 1. Velocidad de emergencia en dos pastos nativos del Desierto Chihuahuense, Banderita y Navajita sembrada con tres tamaños de cariósides y diásporas en suelo Vertisol y Calcisol a cinco profundidades de siembra (0.5, 1.0, 2.0, 3.0 y 5.0 cm) en invernadero.



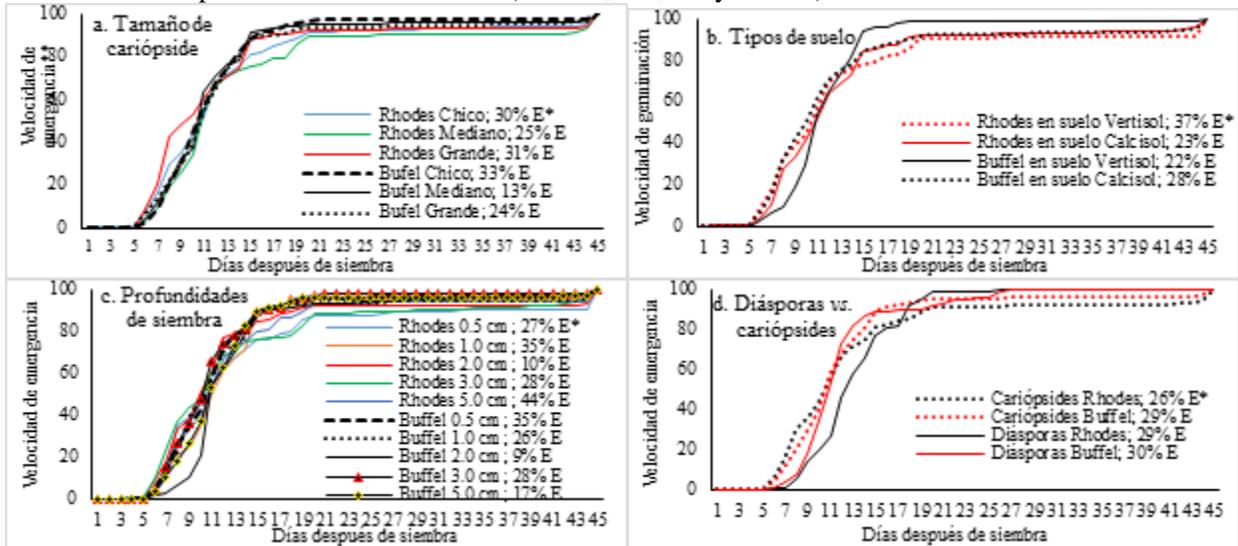
*E = Emergencia acumulada durante el experimento; **Velocidad de emergencia de las plántulas emergidas

En pastos introducidos la emergencia se observó hasta 45 dds, en promedio por TC se observaron diferencias ($P < 0.001$; Figura 2a), mayor VE se observó en pasto Rhodes en $TCg > TCch > TCg$ del intervalo 5 a 10 dds para después disminuir la VE hasta 45 dds y a partir de 11 dds en Buffel se registró mayor VE. Por tipo de suelo se observaron diferencias ($P < 0.001$; Figura 2b) y en TC promedio, de 5 a 11 dds pasto Rhodes es beneficiado con suelos de tipo Vertisol y Buffel en suelos Calcisol, cabe mencionar que Buffel tuvo mayor emergencia en suelo Calcisol y Rhodes en Vertisol. En cuanto a VE a PS se observaron diferencias ($P < 0.001$, Figura 2c), en pasto Rhodes a 2.0 y 3.0 cm de 5 a 9 dds tuvo mayor VE en comparación a menor PS y a Buffel, sin embargo en pasto Buffel de 10 a 17 dds se observó mayor VE a 3.0 y 2.0 cm. Por otro lado, en cariósides de pasto Rhodes se observó mayor VE en comparación a Buffel ($P < 0.001$; Figura 2d), de 5 a

12 dds pero posteriormente cariósides de Buffel tuvieron mayor VE y hasta 45 dds. Cuando se compara la VE diásporas vs. cariósides (Figura 2d), cariósides de ambos pastos superan a diásporas en los primeros días de emergencia (5 a 10 dds) lo que es indicativo de utilizar cariósides ayudará a uniformizar la emergencia durante la sequía intraestival en campo.

La emergencia en diásporas tanto en pastos nativos como introducidos fue mayor a menor PS, sin embargo la VE a PS en pastos nativos tuvo diferencias ($P < 0.001$; Figura 3a), ya pasto Banderita se tuvo mayor VE de 1.0 a 3.0 cm de PS de 6 a 10 dds, a excepción de 5.0 cm de PS de pasto Navajita, por tanto, al sembrar conviene que diásporas no estén expuestas en la superficie del suelo.

Figura 2. Velocidad de emergencia de dos pastos de África introducidos a México, pasto Rhodes y Buffel sembrados con tres tamaños de carióspsides (chico, mediano y grande) y con diásporas en suelo Vertisol y Calcisol a cinco profundidades de siembra (0.5, 1.0, 2.0, 3.0 y 5.0 cm) en invernadero.

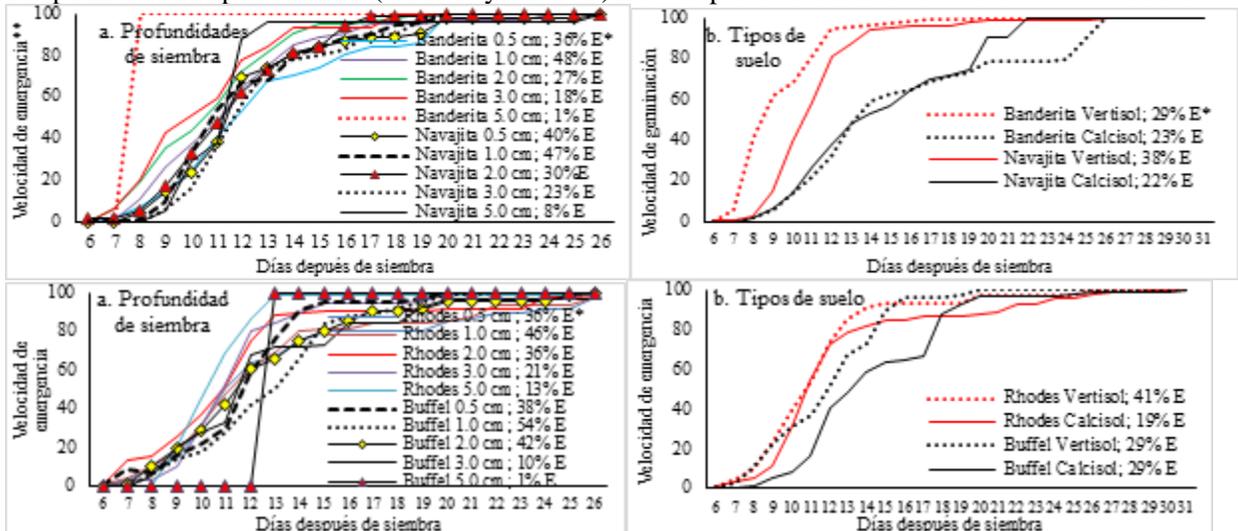


*E = Emergencia acumulada durante el experimento; **Velocidad de emergencia de las plántulas emergidas

En cuanto a VE en tipos de suelo ($P < 0.001$; Figura 3b) las diásporas de Banderita en suelo tipo Vertisol mejora la VE, no así en Navajita. En pastos introducidos mayor VE ($P < 0.001$; Figura 3c) se observó en Rhodes de 6 a 9 dds al depositar diásporas a 2.0 cm y

de 10 a 13 dds a 2.0, 3.0 y 5.0 cm, mientras en Buffel se observó mayor VE a 0.5, 2.0 y 3.0 cm durante todo el experimento, lo que indica que al sembrar en campo, mayor uniformidad de plántulas ocurrirá entre 2.0 y 3.0 cm.

Figura 3. Velocidad de emergencia de dos pastos nativos del Desierto Chihuahuense (Banderita y Navajita) así como dos pastos introducidos a México de África (Rhodes y Buffel) sembrados con diásporas en dos tipos de suelo (Vertisol y Calcisol) a cinco profundidades de siembra en invernadero.



*E = Emergencia acumulada durante el experimento; **Velocidad de emergencia de las plántulas emergidas

En cuanto al tipo de suelo hubo diferencia ($P < 0.001$; Figura 3d) y el suelo de tipo Vertisol uniformiza la VE en Rhodes y Buffel en el intervalo 6 a 10 dds, mientras suelo Calcisol retarda la VE en Buffel.

DISCUSIÓN

En pastos nativos e introducidos mayor emergencia ocurrió a mayor tamaño de carióspside y menor profundidad de siembra, sin embargo, en VE, en pastos nativos, mayor velocidad ocurrió en carióspsides medianos y en pastos introducidos, en Rhodes, se registró mayor VE a mayor tamaño de carióspside, mientras en Buffel ocurrió: chico>grande>mediano, lo que difieren de Naylor (1980), Springer *et al.* (2001) y Larsen y Bibby (2005), donde encontraron mayor VE a mayor peso de carióspsides en pastos nativos de Norteamérica. En cuanto a profundidad de siembra, la VE fue mayor entre 2.0 y 3.0, lo que no concuerda con Cox y Martin (1984) en *Eragrostis lehmaniana*, donde mayor emergencia en invernadero ocurrió a 0.0 cm de profundidad.

CONCLUSIONES

Mayor emergencia sucede a mayor tamaño de carióspside y menor profundidad de siembra, sin embargo, mayor velocidad de emergencia, en pastos nativos ocurre en carióspsides medianos>grandes>chicos, mientras en Rhodes ocurrió en carióspsides grandes>medianos>chicos y Buffel presentó: chicos>grandes>medianos. Mayor velocidad de emergencia en las cuatro gramíneas ocurre de 2.0 a 3.0 cm y suelos tipo Vertisol uniformiza en mayor medida la emergencia en comparación a Calcisol. En condiciones controladas, tanto en pastos nativos como introducidos, la velocidad de emergencia es mayor al sembrar carióspsides en comparación a diásporas, lo que en campo, puede ser de utilidad y aprovechar la humedad del suelo en la profundidad de 2-3 cm.

LITERATURA CITADA

Cox J. C.; M. H. Martin. 1984. Effects of Planting Depth and Soil Texture on the

Emergence of Four Lovegrasses. *Journal of Range Management* 37 (3) 204-205.

Brown R.F.; D. G. Mayer. 1998. Representing Cumulative Germination. 1. A Critical Analysis of Single-value Germination Indices. *Annals of Botany* 61 (2): 117-125.

Hernández-Guzmán, F.J.; A. R. Quero C; P. Pérez R.; M. Velázquez M.; J. A. Hernández M. 2014. V Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Nuevo Vallarta, Nayarit. México. pp. 139-154.

Hosmer D.W.; Lemeshow S. Applied logistic regression. 2nd ed. Wiley, New York. 2000. 392p.

ISTA (International Seed Testing Association). 2012. International rules for seed testing. *Seed Sci. Technology* 27: 27-32.

Larsen, S. U; C. Andreasen. 2004. Light and heavy seeds differing germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Science* 44: 1710-1720.

Larsen, S. U.; B. M. Bibby. 2004. Use of germination curves to describe variation in germination characteristics in three turfgrass species. *Crop Science* 44: 891-899.

Naylor, R. E. 1980. Effects of seed size and emergence time on subsequent growth of perennial rye grass. *New Phytologist* 84: 313-318.

PMAR (Plan Maestro de la Alianza Regional). 2012. Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense. J.C. Guzmán-Aranda, J. Hoth y H. Berlanga (Eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal. 64 p.

SAS (Statistical Analysis System). SAS Institute Inc. 2003. SAS/STAT User guide version 9.1.3 Cary, North Carolina. USA. 1167p.

Springer T.L.; C.L.Dewald; G.E. Aiken. 2001. Seed germination and dormancy in Eastern Gamagrass. *Crop Science* 41:1906-1910.

TASA DE CRECIMIENTO Y RADIACIÓN INTERCEPTADA DE *Dactylis glomerata* L. SOLO Y ASOCIADO CON *Lolium perenne* L. Y *Trifolium repens* L.

GROWTH AND RADIATION INTERCEPTED OF *Dactylis glomerata* L. ONLY AND ASSOCIATED *Lolium perenne* L. AND *Trifolium repens* L.

Adelaido Rafael Rojas García^{1*}, Alfonso Hernández Garay¹, Santiago Joaquín Cansino², Sergio Iban Mendoza Pedroza³, Bertin Maurilio Joaquín Torres⁴, Perpetuo Álvarez Vázquez¹ y Joel Ventura Rios¹

¹Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México- Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, México. ²División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. C. U. Adolfo López Mateos, Ciudad Victoria, Tamaulipas. C.P. 87149. México.

³Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México, México. ⁴Universidad del Papaloapan, Loma Bonita, Oaxaca. *rogarcia_05@hotmail.com.

RESUMEN

Se evaluaron siete asociaciones, dos gramíneas y una leguminosa, sembradas en diferentes proporciones y un monocultivo de ovido. La investigación se realizó de septiembre de 2012 a septiembre de 2013 en el Colegio de Postgraduados, México. Las asociaciones de gramíneas y leguminosa fueron realizadas mediante el paquete Minitab (2006), con un diseño de vértices con tres componentes de la mezcla, con restricción a la leguminosa en un 10 y 50% como mínimo y máximo, respectivamente. Los tratamientos consistieron de las siguientes asociaciones: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, 50-00-50, 20-70-10, 70-20-10, 100-00-00, 40-40-20 % de ovido (Ov), ballico perenne (Ba) y trébol blanco (Tr), respectivamente. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en 24 parcelas experimentales de 9 por 8 m, de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Existió diferencias en el promedio de la tasa de crecimiento (TC) (Cuadro 1) teniendo la mayor tasa las asociaciones 20-40-40, 40-20-40 y 20-70-10 (Ov-Ba-Tr) con un promedio de 58 kg MS ha⁻¹, mientras que la menor fue el pasto ovido solo (100-00-00 Ov-Ba-Tr) con 34 kg MS ha⁻¹ (P<0.05). Las estaciones de primavera y verano se encontró la mayor radiación con 93 y 88%, respectivamente, y las estaciones con menor radiación fue invierno y otoño con 84 y 81% de RI (P<0.05). En conclusión en primavera se encontró la mayor tasa de crecimiento y mayor radiación, mientras que en otoño se registró la menor tasa de crecimiento y menor radiación interceptada.

Palabra clave: Asociaciones, monocultivo, tasa de crecimiento, radiación interceptada.

ABSTRACT

Seven associations, two grasses and legumes sown in different proportions and a monoculture of orchard grass were evaluated. The research was conducted from September 2012 to September 2013 in the Colegio de Postgraduados, México. Associations of grasses and legumes were conducted by the (2006) Minitab package, with a design of corners with three components of the mixture, with restrictions on the legume by 10 and 50% as minimum and maximum, respectively. Treatments consisted of the following associations: 20-40-40, 00-50-50, 40-20-40, 50-00-50, 20-70-10, 70-20-10, 100-00-00, 40-40-20% of orchard grass (Ov), perennial ryegrass (Ba) and white clover (Tr), respectively. The treatments were randomly distributed in 24 experimental plots of 9 and 8 m, according to a design of a randomized complete block with three replications. There was difference in the average growth rate (TC) having the highest rate associations 20-40-40, 40-20-40 and 20-70-10 (Ov-Ba-Tr) averaged 58 kg DM ha⁻¹, while the lowest was the only ball grass (100-00-00 Ov-Ba-Tr) with 34 kg DM ha⁻¹ (P < 0.05). The spring and summer as radiation 93 and 88%, respectively, and the stations with less radiation was winter and autumn with 84 and 81% of RI (P < 0.05). In conclusion in spring the higher growth rate and increased radiation was found, while in autumn the lower growth rate and lower intercepted radiation was recorded.

Key words: Associations, monoculture, growth rate, intercepted radiation.

INTRODUCCIÓN

Las asociaciones de gramíneas y leguminosas es una excelente opción en producción de forrajes ya que actualmente existe la necesidad de aumentar no solo la productividad, sino también la eficiencia de recursos sustentables, siendo los nuevos retos de la agricultura (Lüscher *et al.*, 2014). El uso de asociaciones de gramíneas y leguminosas permite tener mayor valor nutritivo y rendimiento de materia seca, actividad que ayuda a disminuir los costos de producción en comparación con la utilización de dietas balanceadas y así con ello, asegurar una alta producción; y desde el punto vista ecológico, las leguminosas mejoran la fertilidad del suelo al fijar nitrógeno atmosférico, reduciendo con ello el uso de fertilizantes químicos, así como una mejor intercepción de luz y distribución estacional de la producción de biomasa (Gonzales *et al.*, 2004). Al respecto, Rojas *et al.* (2005), consiguieron que en la región templada de México, el trébol blanco puede contener en promedio de 168 a 270 g de proteína cruda kg^{-1} MS y fijar de 57 a 232 kg de nitrógeno ha^{-1} (Zanetti *et al.*, 1999), y es preferida su asociación con gramíneas como ballico perenne y ovinillo. Villareal *et al.* (2014) en pasto ovinillo encontraron la mayor tasa de crecimiento en verano con 107 kg MS $\text{ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ con una frecuencia de pastoreo de 4 semanas y una intensidad de 3-5 cm, mientras que en otoño fue de 77 kg MS $\text{ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ con una frecuencia de 6 semanas y una intensidad de 3-5 cm. Los patrones estacionales de distribución de forraje están influenciados por variaciones en el clima, por lo que es importante saber la velocidad de crecimiento estacional de las especies forrajeras de interés. Por lo tanto en asociaciones de gramíneas con leguminosas es importante determinar la mejor asociación desde el punto de vista de distribución estacional, tasa de crecimiento. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar pasto ovinillo solo y siete asociaciones, de ovinillo, ballico perenne y trébol blanco en

diferentes proporciones, para diferentes atributos: tasa de crecimiento del forraje y radiación interceptada (%).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de septiembre de 2012 a septiembre de 2013 con una pradera asociada de pasto ovinillo variedad Potomac, ballico perenne variedad Tetraploide Americano y trébol blanco variedad Ladino. Dicha pradera está ubicada en el Colegio de Postgraduados, México, ubicado a 19° 29' de LN y 98° 53' de LO, a una altura de 2240 msnm. El clima es templado subhúmedo, con precipitación media anual de 636 mm y régimen de lluvias en verano, (junio a octubre) y temperatura media anual de 15.2 °C. El suelo es un Typic ustipsamments de textura franco arenoso, ligeramente alcalino con pH 7 – 8, con 2.4 % de materia orgánica. La siembra fue en febrero de 2010, con densidades de 20 y 5 kg ha^{-1} para ovinillo y trébol blanco, respectivamente. Los pastoreos se realizaron cada 4 semanas en primavera-verano y 6 semanas durante otoño-invierno. La tasa de crecimiento se calculó dividiendo la cantidad de forraje cosechado antes de cada pastoreo, entre el número de días transcurridos entre dos pastoreos. Un día previo a cada pastoreo, se tomaron al azar cinco lecturas de radiación por repetición con el método del metro de madera en cada unidad experimental. Las lecturas se realizaron aproximadamente a las 13:00 h (es el mejor tiempo para medir la cobertura en el dosel). El procedimiento consistió en colocar la regla debajo del dosel, con orientación sur-norte, e inmediatamente después, se contaron los centímetros sombreados, los cuales representaron el porcentaje de radiación interceptada por el dosel vegetal. Las parcelas fueron distribuidas en 24 parcelas experimentales de 9 * 8 m. Se realizó un análisis de varianza con el procedimiento de Modelos Mixtos (SAS, 2009), con un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La

comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey ajustada ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existió diferencias en el promedio de la tasa de crecimiento (TC) (Cuadro 1) teniendo la mayor tasa las asociaciones 20-40-40, 40-20-40 y 20-70-10 (Ov-Ba-Tr) con un promedio de 58 kg MS ha⁻¹, mientras que la menor fue el pasto ovilla solo (100-00-00 Ov-Ba-Tr) con 34 kg MS ha⁻¹ ($P<0.05$). En las estaciones del año también existió diferencias con el siguiente orden descendente: primavera (70) > verano (59) > invierno (44) > otoño (33) ($P<0.05$). Moreno *et al.* (2015) reportaron tasas de crecimiento menores a esta investigación, al evaluar asociaciones de trébol blanco, pasto ovilla y ballico perenne, aunque su comportamiento estacional fue similar al del presente estudio; es decir, las mayores tasas de

crecimiento se presentaron en primavera-verano con un promedio de 38 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, mientras que las menores durante otoño e invierno con 24 y 15 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, respectivamente. Mientras tanto Villareal *et al.* (2014) en pasto ovilla reportaron la mayor tasa de crecimiento en primavera y verano con un promedio de 98.5 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ con una frecuencia pastoreo de 4 semanas e intensidad de 3-5 cm y la menor en otoño (77 kg MS ha⁻¹ d⁻¹) con una frecuencia de 6 semanas e intensidad de 3-5 cm; estas tasas de crecimiento son mayores que las reportadas en la presente investigación, sin embargo, cuando se inició este trabajo ya llevaba dos años desde la siembra por lo que probablemente su persistencia disminuyó y por consiguiente el rendimiento de materia seca y tasa de crecimiento.

Cuadro 1. Cambios estacionales en la tasa de crecimiento (TC) de pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) solo y asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

| Asociaciones Ov-Ba-Tr | 2012 | | 2013 | | EEM | Sig. | Promedio |
|--------------------------|--------|----------|-----------|--------|------|------|----------|
| | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | | | |
| 20-40-40 | 43 cA | 55 bA | 76 aB | 56 bD | 1.8 | ** | 57 A |
| 00-50-50 | 37 cBC | 51 bB | 67 aBC | 54 bD | 3.4 | ** | 52 B |
| 40-20-40 | 36 dBC | 46 cC | 71 bBC | 77 aA | 3.5 | ** | 57 A |
| 50-00-50 | 34 dCD | 41 cD | 71 aBC | 61 bC | 3.0 | ** | 52 B |
| 20-70-10 | 38 cB | 54 bA | 85 aA | 64 bBC | 12.5 | ** | 60 A |
| 70-20-10 | 27 dE | 35 cE | 66 aC | 53 bD | 2.3 | ** | 45 C |
| 100-0-0 | 15 dF | 23 cF | 55 aD | 44 bE | 2.1 | ** | 34 D |
| 40-40-20 | 31 dDE | 43 cCD | 72 aBC | 66 bB | 2.8 | ** | 53 B |
| Promedio | 33 d | 44 c | 70 a | 59 b | 3.6 | ** | |
| EEM | 4.2 | 2.8 | 9.2 | 3.6 | | | 5.6 |
| Sig. | ** | ** | ** | ** | | | ** |

abc= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($P>0.05$); ABC= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($P>0.05$); EEM=Error estándar de la media; Sig.= Significancia; **= $P>0.05$; NS= No significativo.

En el cuadro 2 se encuentra la radiación interceptada (RI) en donde las estaciones de primavera y verano se encontró la mayor radiación con 93 y 88%, respectivamente, y las estaciones con menor radiación fue invierno y otoño con 84 y 81% de RI ($P<0.05$). La mayor radiación interceptada coincide con la mayor temperatura registrada

y esta a su vez con la mayor tasa de crecimiento (Cuadro 1 y 3). Las asociaciones 40-40-20, 40-20-40 y 20-70-10 (Ov-Ba-Tr) fueron las que obtuvieron la mayor radiación interceptada con un promedio de 90%, mientras que la menor radiación es el pasto ovilla solo con 74% ($P<0.05$). Los datos anteriores revelan que la capacidad de las

asociaciones para interpretar la radiación solar depende del porcentaje de cada especie asociada y las condiciones ambientales a las

que fueron expuestas durante su crecimiento previo a cada cosecha (Da silva y Hernández-Garay, 2010).

Cuadro 2. Cambios estacionales en radiación interceptada (%) de pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) solo y asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

| Asociaciones Ov-Ba-Tr | 2012 | | 2013 | | EEM | Sig. | Promedio |
|--------------------------|---------|----------|-----------|--------|-----|------|----------|
| | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | | | |
| 20-40-40 | 79 cD | 85 bA | 95 aA | 85 bC | 1.9 | ** | 86 B |
| 00-50-50 | 84 bcBC | 85 bA | 92 aB | 83 cD | 1.8 | ** | 86 B |
| 40-20-40 | 88 abA | 86 bA | 95 aA | 92 abA | 6.7 | ** | 90 A |
| 50-00-50 | 84 dBC | 87 cA | 94 aAB | 90 bB | 1.5 | ** | 88 AB |
| 20-70-10 | 87 dAB | 90 cA | 96 aA | 92 bA | 1.5 | ** | 91 A |
| 70-20-10 | 83 dC | 86 cA | 94 aAB | 91 bAB | 1.5 | ** | 88 AB |
| 100-00-00 | 57 dE | 67 cB | 89 aC | 82 bD | 5.7 | ** | 74 C |
| 40-40-20 | 85 cABC | 87 cA | 94 aAB | 90 bAB | 2.3 | ** | 89 A |
| Promedio | 81 d | 84 c | 93 a | 88 b | 1.6 | ** | |
| EEM | 3.3 | 5.9 | 2.5 | 1.9 | | | 4.3 |
| Sig. | ** | ** | ** | ** | | | ** |

abc= Medias con la misma literal minúscula en una misma hilera, no son diferentes ($P>0.05$); ABC= Medias con la misma literal mayúscula en una misma columna, no son diferentes ($P>0.05$); EEM=Error estándar de la media; Sig.= Significancia; **= $P>0.05$; NS= No significativo.

En el Cuadro 3 se observa el coeficiente de regresión (R^2) entre la tasa de crecimiento y la radiación interceptada en el pasto ovillo solo y en siete asociaciones de pasto ovillo, ballico perenne y trébol blanco. A excepción de la asociación 40-20-40 donde no existió diferencia significativa entre la TC y la RI, todos los tratamientos presentaron una estrecha relación entre TC y RI, mientras

mayor sea la tasa de crecimiento mayor será la radiación interceptada (Cuadro 3). La tasa de crecimiento varió en las estaciones del año (Cuadro 1) y los factores principales fueron la temperatura y horas luz ya que durante primavera y verano se registraron las mayores temperaturas y se presentaron las mayores TC y RI, caso contrario al de invierno, en donde se observaron las menores TC y RI.

Cuadro 3. Coeficiente de regresión (R^2), de tasa de crecimiento (TC) entre radiación interceptada (RI) en ovillo (*Dactylis glomerata* L.), solo y asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.).

| Asociaciones Ov-Ba-Tr | TC vs RI (R^2) | Promedio | Significativo |
|--------------------------|--------------------|----------|---------------|
| 20-40-40 | 0.9838 | | **** |
| 00-50-50 | 0.5685 | | * |
| 40-20-40 | 0.4818 | | NS |
| 50-00-50 | 0.9404 | | *** |
| 20-70-10 | 0.898 | | *** |
| 70-20-10 | 0.9734 | | **** |
| 100-00-00 | 0.9656 | | *** |
| 40-40-20 | 0.8984 | | *** |
| Promedio | 0.652 | | ** |

* $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$; **** $P<0.0001$; NS= No significativo; Ov= Ovillo; Ba= Ballico perenne; Tr= Trébol blanco; TC= Tasa de crecimiento; RI= Radiación interceptada.

Al respecto, Hernández-Garay *et al.* (1997) señalan que la dinámica de población de tallos está en función de la tasa de aparición y muerte de tallos, tasas que difieren con el manejo y la estación y estas a su vez con el índice de área foliar y tasa de crecimiento.

CONCLUSIONES

La mayor tasa de crecimiento y radiación interceptada se encontró en la estación de primavera y menor en otoño. Todas las asociaciones obtuvieron mayor tasa de crecimiento y radiación interceptada y menor el pasto ovilla solo. Existe una estrecha relación con la tasa de crecimiento y radiación interceptada.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Línea Prioritaria de Investigación 11 “Sistemas de producción agrícola, pecuaria, forestal, acuícola y pesquera” por el apoyo otorgado para la realización de esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Da Silva, S. C. y Hernández-Garay, A. 2010. Manejo de pastoreo en praderas tropicales. Forrajes y su impacto en el Trópico. 1^{era} (ed). México. Universidad Autónoma de Chiapas. 43-62 p.
- González, A. S. X.; Días, S. H.; López, T. R.; Aizpuru, G. E.; Garza, C. H. M. y Sánchez, R. F. 2004. Consumo calidad nutritiva y composición botánica de una pradera de alfalfa y gramíneas perennes con diferentes niveles de asignación de forraje. Técnica Pecuaria en México. 42(1): 29-37.
- Hernández-Garay, A.; Hodgson, J. and Matthew, C. 1997. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass/White clover pastures. 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. New Zealand Journal Agricultural Research. 40(1): 37-50.
- Lüscher, A.; Mueller-Harvey, I.; Soussana, J. F.; Reess, R. M. and Peyraud, L. 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. Grass and Forage Science. 69(2): 206-228.
- Minitab. 2006. Meet minitab, Manual for the basic practice of statistics. W Freeman (ed). USA.
- Moreno, C. M. A.; Hernández-Garay, A.; Vaquera, H. H.; Trejo, L. C.; Escalante, E. J. A.; Zaragoza, R. J. L. y Joaquín, T. B. M. 2015. Productividad de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas en condiciones de pastoreo. Revista Fitotecnia Mexicana. 38(1): 101-108.
- Rojas, H. S.; Olivares, P. J.; Jiménez, G. R. y Hernández, C. E. 2005. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. Revista Electrónica de Veterinaria. 6(5): 1-9.
- SAS, Institute. 2009. SAS/STAT® 9.2. Use's Guide Release. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA.
- Villareal, G. J. A.; Hernández-Garay, A.; Martínez, H. P. A.; Guerrero, R. J. D. and Velasco, Z. M. E. 2014. Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) al variar frecuencia e intensidad de pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 5(2): 231-245.
- Zenetti, S.; Hartwig, A. U.; Lüscher, A.; Hebeisen, T.; Frehner, M.; Fischer, U.B.; Hendry, R.G.; Blum, H. and Nösberger, J. 1999. Simulation of symbiotic N₂ fixation in *Trifolium repens* L. under elevated Atmospheric pCO₂ in a grassland ecosystem. Plant Physiology. 112(2): 575-583.

ESTADO DE SALUD DE AGOSTADEROS EN CHIHUAHUA Y SU MANEJO GRASSLAND HEALTH AND MANAGEMENT IN CHIHUAHUA STATE

Mario Humberto Royo Márquez*¹, J. Santos Sierra Tristán¹, Jesús Manuel Ochoa Rivero¹, Carlos René Lara Macías¹, Humberto Lagos Gómez¹ y Alicia Melgoza Castillo²

¹Sitio Experimental La Campana, INIFAP. Km 33.3 Carretera Chihuahua-Ojinaga, Aldama, Chih. C.P. 32910. ²Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Pfc. Fco. R. Almada. Km 1, Chihuahua, Chih. C.P. 31415. *royo_mario@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Se evaluó estado de salud de agostaderos en tres predios ganaderos de Chihuahua, con el objetivo de establecer estrategias de rehabilitación. El diagnóstico se llevó a cabo en el Ejido “Juan Mata Ortiz”, municipio de Casas Grandes y en los predios “La Laguna” y “El Fresno”, municipio de Nuevo Casas Grandes. La vegetación corresponde a pastizales dominados por el complejo *Boutelua-Aristida*. Se seleccionaron 16 polígonos de 2-4 hectáreas, que fueran representativas del estado de la vegetación del sitio. Estos se evaluaron con 17 indicadores cualitativos, que califican la estabilidad del suelo, funcionalidad hidrológica e integridad biótica. Se relacionó el índice de vegetación de diferencia normalizada con la integridad biótica. En general se encontró que los pastizales presentan un estado de salud moderado. En los predios de Mata Ortiz y El Fresno, los polígonos evaluados que presentaron cambios de ligeros a moderados son los ubicados al pie de las sierras. En el predio de La Laguna, las áreas menos degradadas fueron las de pastizal halófito cercanas a la laguna. En los tres predios ganaderos la superficie con cambios ligeros a moderados fue de alrededor del 17%. Estos resultados indican que el 83% de la superficie estudiada presenta degradación de la vegetación de moderada a moderada-extrema, al menos en su NVDI. Esto está muy relacionado con la integridad biótica, ya que la metodología solo evalúa la comunidad vegetal. Se recomienda ajustar la caga animal, para los estados de moderado-extremo se recomienda obras de conservación de agua y suelo.

Palabras clave: Salud, condición, pastizales, teledetección, evaluación.

ABSTRACT

The health condition of three ranches located in Chihuahua was evaluated. The aim was to establish rehabilitation strategies. Evaluation was carried out at Ejido “Juan Mata Ortiz”, at Casas Grandes county and two private ranches: “La Laguna” and “El Fresno”, at the Nuevo Casas Grandes county. Main vegetation type was grassland dominated by *Boutelua-Aristida*. A total of 16 polygons of 2-4 hectares were evaluated within each site. Seventeen qualitative indicators were used that evaluated three ecosystem attributes: soil stability, hydrologic function and biotic integrity. The normalized difference vegetation index (NVDI) was correlated with biotic integrity. In general grasslands are in a moderate health condition. At Juan Mata Ortiz and El Fresno, evaluated areas had light to moderate changes. Those areas are located at the foothills and they may improve adjusting carrying capacity. At La Laguna, halophytic grassland nearby ponds showed less degradation compared with other grassland type. At tree locations a total of 17% presented light to moderate condition. Those results indicates that 83% of the whole evaluated surface has moderate to moderate-extreme condition based in the NVDI. This is related with the attribute of biotic integrity since it consider vegetation only. A recommended practice for the moderate-extreme conditions is water and soil conservation practices.

Key words: Health, condition, grassland, teledetection, assesment.

INTRODUCCIÓN

El árido mexicano presenta alrededor de 85% de sobrepastoreo, problemas de erosión en los predios ganaderos y severidad en el proceso de desertificación. Estos problemas entre otros obviamente se reflejan en una

baja producción ganadera (CFAN-CID, 1965). La degradación de la cubierta vegetal severa es de aproximadamente 45% de la superficie (240,430.11 km²) en el norte de México; donde Chihuahua presenta un 43% de su superficie degradada (Estrada *et al.*,

1999). También se reporta que el 89% de los pastizales presentan un estado de salud de moderado a extremo (Royo *et al.*, 2008).

En México la determinación de los coeficientes de agostaderos se realizó en la década de los 60's, con base en cobertura vegetal y producción forrajera de las "especies clave" presentes en el agostadero. Como resultado, se identificaron sitios ("climax") con diferente capacidad productiva, a estos estados de productividad de los sitios se le conoce como "condición" (COTECOCA, 1978). El Comité de Clasificación de los Pastizales del Consejo Nacional de Investigación (NRC, por sus siglas en Ingles) de los Estados Unidos, observó que el término "condición" estaba acuñado desde un punto de vista antropocéntrico; por lo que se empezó a manejar el concepto de salud del agostadero, que integra los procesos de: suelo, hidrología y comunidad biótica. Y se definió como: "El grado en el cual la integridad del suelo, vegetación, agua y aire así como los procesos ecológicos de los ecosistemas de agostaderos están balanceados y son sustentables" (NRC, 1994; TGUCTCM, 1995). Para la evaluación del estado de salud hubo la necesidad de integrar metodologías rápidas con indicadores cualitativos que evaluaran suelo, hidrología y vegetación con un enfoque de rangos (Morgan, 1986; Wagner, 1989; UDI, 1993; Pellant *et al.*, 2005).

En la actualidad se han complementado dichos diagnósticos con el uso de los sistemas de información geográfica (SIG). Un ejemplo, es el uso del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada por sus siglas en inglés (NDVI) que permite estimar el estado de salud de la vegetación en un área en específico (Echavarría *et al.*, 2015). También se han utilizado las imágenes espectrales (Spot y Landsat TM5) para diferenciar la condición los agostaderos en función de la calidad forrajera y la dieta del ganado bovino durante la época

seca en el estado de Durango (González *et al.*, 2012). Con el objetivo de evaluar el estado que presentan los agostaderos de tres ranchos ganaderos en los municipios de Casas Grandes y Nuevo Casas Grandes, Chihuahua; se validó la metodología del "estado de salud de los agostaderos", con el fin de dar las recomendaciones necesarias de manejo para mejorar los atributos de los agostaderos en estos predios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de las áreas de estudio

Ejido J. Mata Ortiz.- Con una superficie de 3,366 hectáreas (ha) y localizado a 30° 12' 05.2" N, 108° 05' 32.8" O, en el municipio de Casas Grandes. Con una superficie de. La topografía va de lomeríos suaves a terrenos planos, con pendientes entre 0.5 a 2%. Suelos de textura franco - arcillosa con grava y piedra en el perfil. El clima es seco, templado, con verano cálido y régimen de precipitaciones de verano (BSokw). Se presenta una precipitación media anual de 400 mm. La vegetación original corresponde a la de un pastizal mediano abierto, donde la especie dominante era el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) y las codominantes eran el navajita velluda (*B. hirsuta*) y los tres barbas (*Aristida* spp.). *Rancho La Laguna.*- Con una superficie de 4,337 ha y localizado a 30° 20' 27.9" N, 107° 50' 08.9" O, del municipio de Nuevo Casas Grandes. La topografía corresponde a llanuras o lomeríos suaves con pendientes del 3 al 7%. Suelos de textura franco - arenosa a areno - arcillosa. El clima es un BSok con una precipitación media anual de 350 mm. La vegetación corresponde a la de un pastizal mediano abierto de *Bouteloua - Aristida*, donde las especies dominantes eran el zacate navajita, el banderilla (*Bouteloua curtipendula*), el navajita morada (*B. chondrosioides*) y los zacates tres barbas (*Aristida* spp.); presencia aislada de mezquite (*Prosopis glandulosa*). En uno de los sitios se presenta un área de

transición con vegetación del matorral desértico: el hojásén (*Flourensia cernua*), la mariola (*Parthenium incanum*), el zacate borreguero (*Dasyochloa pulchella*) y el zacate ladera (*Enneapogon desvauxii*).

Rancho El Fresno.- Con una superficie de 11,553 ha, localizado a 30° 37' 28.9" N, 107° 47' 10.1" O, del municipio de Nuevo Casas Grandes. La topografía es similar al sitio La Laguna. Los suelos son de textura franco arcillosa o arcillo arenosa. En la parte baja del predio se presentan suelos arenosos. El clima similar al anteriormente descrito, corresponde a un BSok con una precipitación media anual entre 300 y 350 mm. La vegetación presenta variación entre sitios muestreados. Dos de ellos pertenecen a un pastizal mediano abierto con dominancia actual por zacates anuales y perennes, y hierbas anuales y zacates navajita, banderilla, tres barbas anual, navajitas anuales, zacate mota (*Chloris virgata*) y borreguero. En otro de los sitios se presentan zacates anuales combinados con arbustivas como el mezquite y el chamizo (*Atriplex canescens*). En la parte baja se presenta una invasión de mezquites con el zacate tres barbas anual dominando el sitio (COTECOCA, 1978).

Determinación el estado de salud. Se realizó un recorrido de campo en cada predio durante la primavera del 2013. Se identificaron y georreferenciaron los polígonos con los tipos de vegetación más representativos, para cada sitio de evaluación de salud del pastizal se seleccionaron polígonos de 2 a 4 hectáreas que representaran el estado que guardaba el pastizal, ya sea en el potrero o en el paisaje (50 a 400 ha) y en aquellos estados de salud que a simple vista se percibieran diferencias en el potrero o paisaje. Para realizar la evaluación se elaboraron hojas de referencia, según los sitios ecológicos descritos para los

predios ganaderos, literatura reportada (COTECOCA, 1978; Melgoza *et al.*, 1998; Estrada *et al.*, 1999; Ortiz, 2001), áreas similares observadas con el mejor estado de salud y la experiencia de los evaluadores. Se seleccionaron pequeñas áreas representativas de 3 a 4 has., posteriormente se georreferenció cada polígono y en cada uno de ellos se evaluaron 17 indicadores cualitativos de la salud de los agostaderos. Los indicadores pueden evaluar más de un atributo, según sea el caso. Las categorías en las que se califican los **estados de salud** de los agostaderos son: 1) extremo, 2) moderado a extremo, 3) moderado, 4) moderado a ligero y 5) ligero a nulo. Estos rangos indican que tan diferente o alejado está el sitio de su potencial (Pellant *et al.*, 2005). Con base en esto se determinan que medidas preventivas o correctivas hay que seguir en el manejo del agostadero, para cada sitio.

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Para determinar desarrollo de la vegetación se usó la imagen satelital tipo LANDSAT 8 OLI, con fecha de mayo de 2013 (Li *et al.*, 2014; Roy *et al.*, 2014; USGS, 2015), el tamaño de pixel es de 30 × 30 m. Esta se obtuvo del portal electrónico de la USGS - GloVis (2015), con base en la ubicación geográfica de la zona de trabajo. La imagen se analizó y corrigió en el programa computacional ArcMap 10.1 e IDRISI selva. Una vez mejorada dicha fuente se procedió a estimar el NDVI (Xuet *et al.*, 2014). El resultado (imagen ráster) contó con valores y/o clasificación de -1 a +1. Se procedió a una reclasificación para establecer el estado de salud de las áreas de muestreo. Dicha clasificación, se basó en los rangos establecidos por la USGS (2015) donde; valores; ≤ 0.1 corresponden a suelo desnudo, arena, roca, agua y/o nieve, 0.2 – 0.5 pastizales, arbustos y pequeños cultivos y 0.6 – 0.9 vegetación densa y/o cultivos de

riego. Estos valores se adaptaron a los diferentes estados de salud del pastizal para el período de seca del 2013, donde valores de -1 a 0.06 correspondió a suelo desnudo, arena y cuerpos de agua, 0.06 a 0.08 a estado de salud extremo, 0.08 a 0.10 a moderado-extremo, 0.10 a 0.12 moderado, 0.12 a 0.16 ligero - moderado, 0.16 a 0.22 nulo - ligero y 0.22 a 1 para vegetación densa y áreas cultivadas. Superficies con estados de salud menores a 0.5 ha, se homogenizaron con el estado de salud circundante. De la imagen reclasificada se delimitaron los polígonos de cada estado de salud del pastizal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ejido J. Mata Ortiz.- En el cuadro 1 los polígonos 2 y 3 presentan un estado de salud moderado a ligeramente deteriorado, probablemente influenciados por las condiciones del clima y el control del pastoreo que se tiene en el polígono 3 (área de un solo propietario, cuya carga animal es menor a los potreros contiguos), estos potreros presentan un alto potencial de recuperación, ya que las especies claves de estos tipos de pastizal se encuentran presentes, aunque el vigor y cobertura tengan valores intermedios, con ajuste de carga animal y manejo del pastoreo se pueden recuperar en corto tiempo, siempre y cuando se presenten condiciones climáticas promedio. Para los polígonos 1, 5 y 6 presentaron un estado de salud moderado se recomienda realizar un ajuste de carga animal cada año y una rotación del pastoreo. En el polígono 4 se recomienda realizar algunas obras de conservación de agua y suelo, descanso del pastoreo durante una o dos temporadas de lluvia. El polígono 7 presentó un estado de salud de moderado a extremo alejado de su condición original, en esta área se observan algunos trabajos de extracción de material para la construcción de la carretera. En esta área se recomienda realizar obras de conservación de agua y

suelo y/o resiembra de pastizales. Después se recomienda un manejo con cargas de ligeras a moderadas (30-50% de utilización). Predio El Fresno.- En general se presentó un estado moderado a ligero de degradación de los pastizales (cuadro 1). En los potreros El Tenampa, los lomeríos y cerriles del rancho se encontraron las especies clave de esos tipos de vegetación (pastizal mediano abierto, pastizal amacollado y pastizal amacollado con encino). La abundancia de las especies es de regular a baja por lo que se recomienda ajuste de carga animal. En este potrero se observaron algunos manchones de zacate africano, la especie puede llegar a invadir el área y la región, por lo que diseñar una estrategia de pastoreo con énfasis en esta especie o incluso inicial un plan para su eliminación. En el potrero “Los Huizaches” fue donde se observó menor abundancia de zacates perennes. En el caso de los potreros “El Chaparral” y “La Mora”, la cobertura de zacates perennes es de baja a muy baja por lo que se recomienda ajuste de carga animal, manejo del pastoreo y en el caso del Chaparral alguna obra de conservación de suelo y retención de humedad tendientes a incrementar la cobertura de gramíneas perennes.

Predio La Laguna.- En general los pastizales presentaron una degradación estado de moderado a ligero (cuadro 1), se recomienda ajuste de carga animal para todos los potreros y manejo del pastoreo. El potrero “Las Grullas” presentó las especies de zacates clave, en la parte más alejada de la laguna la cobertura de zacates perennes fue baja, se recomienda realizar curvas a nivel. En los sitios desprovistos de zacates perennes se recomienda alguna obra de conservación de agua y suelo. En el caso del potrero “Los Huizaches” no se detectó la mayoría de las especies clave, por lo que se recomienda un pastoreo de moderado a ligera (30 a 40% de utilización) y alguna

obra de conservación de agua y suelo, sobre todo al pie de monte del área que presenta algunos canales y canalillos o bien

considerar el establecimiento artificial de parches de zacates perennes nativos que sirvan de semillero natural.

Cuadro 1. Estado de salud de los pastizales en tres predios ganaderos.

| Atributos Ecosistema | Estabilidad suelo | F. hidrológica | Integridad biótica | General |
|--|---|----------------|--------------------|-----------------|
| Ejido Juan Mata Ortiz, Casas Grandes | | | | |
| Polígono 1) | 30° 12' 53.7" N, 108° 4' 48.4" W; 30° 12' 51.4" N, 108° 04' 52.2" W. | | | |
| Estado de salud | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado |
| Polígono 2) | 30° 11' 59.2" N, 108° 05' 52.9" W; 30° 11' 57.1" N, 108° 05' 57.3" W. | | | |
| Estado de salud | Lig-Mod | Lig-Mod | Moderado | Lig-Mod |
| Polígono 3) | 30° 12' 46.2" N, 108° 04' 59.3" W; 30° 12' 47.2" N, 108° 04' 52.0" W. | | | |
| Estado de salud | Mod-Lig | Moderado | Mod-Lig | Mod-Lig |
| Polígono 4) | 30° 12' 30.5" N, 108° 04' 28.3" W; 30° 12' 23.7" N, 108° 04' 23.0" W. | | | |
| Estado de salud | Moderado | Mod-Ext | Mod-Ext | Mod-Ext |
| Polígono 5) | 30° 12' 22.0" N, 108° 06' 23.2" W; 30° 12' 23.4" N, 108° 06' 11.4" W. | | | |
| Estado de salud | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado |
| Polígono 6) | 30° 11' 53.5" N, 108° 02' 12.7" W; 30° 11' 55.4" N, 108° 02' 10.8" W. | | | |
| Estado de salud | Moderado | Moderado | Mod-Ext | Moderado |
| Polígono 7) | 30° 12' 09.7" N, 108° 04' 11.8" W; 30° 12' 08.5" N, 108° 04' 28.1" W. | | | |
| Estado de salud | Mod-Ext | Mod-Ext | Mod-Ext | Mod-Ext |
| Rancho El Fresno, Nuevo Casas Grandes | | | | |
| Polígono 1) 3 Hermanos | 30° 36' 52.9" N, 107° 44' 07.0" W; 30° 36' 56.1" N, 107° 44' 06.4" W. | | | |
| Estado de salud | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod |
| Polígono 2) La Morita | 30° 38' 56.9" N, 107° 47' 46.6" W; 30° 38' 00.3" N, 107° 47' 49.5" W. | | | |
| Estado de salud | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod |
| Polígono 3) El Tenampa | 30° 40' 8.9" N, 107° 42' 2.0" W; 30° 40' 8.6" N, 107° 41' 59.9" W. | | | |
| Estado de salud | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod |
| Polígono 4) El Chaparral | 30° 40' 20.5" N, 107° 44' 29.5" W; 30° 40' 19.6" N, 107° 44' 25.2" W. | | | |
| Estado de salud | Lig-Mod | Moderado | Moderado | Moderado |
| Polígono 5) El Huérfano | 30° 37' 50.2" N, 107° 43' 21.7" W; 30° 37' 51.0" N, 107° 43' 27.2" W. | | | |
| Estado de salud | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod |
| Rancho La Laguna, Nuevo Casas Grandes | | | | |
| Polígono 1) El Mezquite | 30° 20' 49.7" N, 107° 48' 54.6" W; 30° 20' 49.3" N, 107° 48' 49.3" W. | | | |
| Estado de salud | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod |
| Polígono 2) Las Garzas | 30° 22' 14.6" N, 107° 50' 24.0" W; 30° 22' 10.4" N, 107° 50' 22.8" W. | | | |
| Estado de salud | Nulo-Lig | Lig-Mod | Lig-Mod | Lig-Mod |
| Polígono 3) Las Grullas | 30° 22' 12.5" N, 107° 49' 38.7" W; 30° 22' 9.0" N, 107° 49' 38.9" W. | | | |
| Estado de salud | Lig-Mod | Lig-Mod | Moderado | Lig-Mod |
| Polígono 4) El Huizache | 30° 19' 20.1" N, 107° 48' 52.8" W; 30° 19' 16.3" N, 107° 48' 50.7" W. | | | |
| Estado de salud | Lig-Mod | Moderado | Moderado | Moderado |

NDVI relacionado con el estado de salud de la Integridad Biótica. En el cuadro 2 se observa la superficie detectada por la imagen de satélite para el estado de salud de la vegetación en los tres predios evaluados. Para el Ejido Mata Ortiz los pastizales presentaron un deterioro en el 88.1% de su

superficie, cayendo en las categorías de moderado y moderado - extremo con porcentajes de 54.5 y 33%, respectivamente, muy acorde con lo observado en campo y con los polígonos evaluados. En la categoría extrema la superficie fue menor al 1% (figura 1).

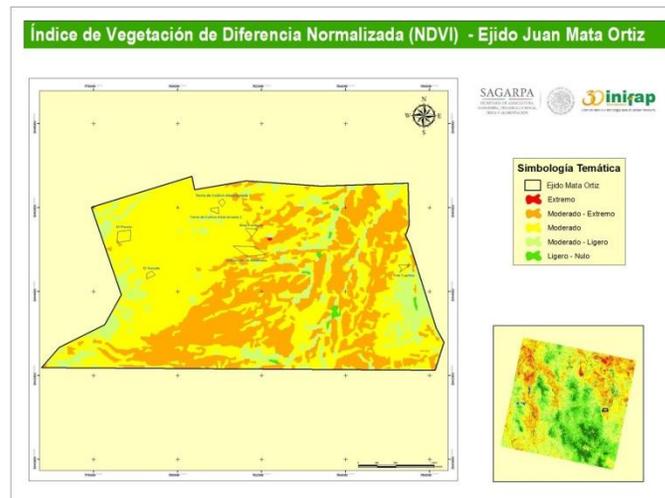


Figura 1. Estado de salud de los pastizales del ejido Juan Mata Ortiz (mayo 2013).

Para el predio El Fresno se observó un deterioro del 81.7% de su superficie, siendo las categorías mejor representadas; moderado y moderado - extremo con valores de 63.7% y 17.7%, respectivamente (cuadro 5). El estado de salud de moderado - ligero presentó un valor de 18% que de acuerdo con lo observado esta categoría puede estar subestimada y que se detecta o incluye dentro de la categoría moderada (figura 2).

Para el predio La Laguna el 78.3% de su superficie presenta deterioro en la salud del pastizal, donde los porcentajes más altos fueron para moderado y moderado - extremo con valores de 59.3% y 18.7% (cuadro 2). En este predio se presentó un valor de 4.4% en cambios nulos a ligeros en la integridad biótica, en estas áreas los cambios se deben a

la presencia de mezquites a manera de arbustos medianos, pero la cobertura y composición botánica de especies del pastizal (sobre todo gramíneas perennes) es la adecuada para el sitio.

También se observó una clasificación para vegetación densa alrededor del 1% que está muy relacionado con la abundancia de arbustos de talla mediana (principalmente mezquite), pero se podría considerar esta superficie dentro de la categoría de cambios ligeros en la integridad biótica, que aunque hay invasión de mezquite no es el único indicador que determina la salud de la integridad biótica (figura 3).

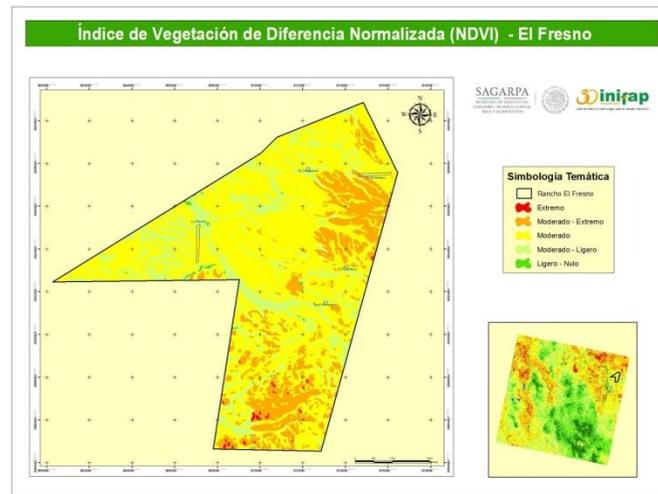


Figura 2. Estado de salud de los pastizales del rancho El Fresno (mayo 2013).

CONCLUSIONES

En los tres predios ganaderos la superficie con cambios ligeros a moderados fue de alrededor del 17%. Estos resultados indican que el 83% de la superficie estudiada presenta degradación de la vegetación de moderada a moderada - extrema, al menos en su NVDI. Esto está muy relacionado con

la integridad biótica, ya que la metodología propuesta por Pellant *et al.*, (2005) solo evalúa la comunidad vegetal, con el supuesto de que si dicha comunidad se encuentra sin grandes cambios, la comunidad biótica del ecosistema estará saludable.

Cuadro 2. Superficie en hectáreas y porcentaje según el estado de salud en tres predios ganaderos.

| Loc. | Juan Mata Ortiz | | El Fresno | | La Laguna | |
|----------------------|-----------------|------|-----------|------|-----------|------|
| | Sup/ha | % | Sup/ha | % | Sup/ha | % |
| C. agua | - | | - | | 121.3 | 2.8 |
| E¹ | 0.6 | 0 | 32.1 | 0.3 | 14 | 0.3 |
| M - E | 1,110.8 | 33 | 2040.8 | 17.7 | 809 | 18.7 |
| M | 1,833.7 | 54.5 | 7369.2 | 63.7 | 2,574 | 59.3 |
| L - M | 407.3 | 12.1 | 2,080.6 | 18 | 600.5 | 13.8 |
| N - L | 13.5 | 0.4 | 29.9 | 0.3 | 189.5 | 4.4 |
| V. D. | - | | - | | 28.2 | 0.7 |
| Total | 3365.9 | 100 | 11552.7 | 100 | 4336.6 | 100 |

¹ Extremo (E), moderado (M), ligero (L) nulo (N), vegetación densa (V.D.).

Dado que es muy poco probable que el estado de salud se recupere de un año a otro, los resultados obtenidos con la imagen de satélite del 2013 pueden ser extrapolables a un período corto de tiempo, 3 a 5 años. Sin

embargo, es muy probable que el estado de salud de un pastizal se deteriore de un año a otro cuando se presentan varios factores de “estrés” extremos, como pueden ser el sobrepastoreo y la sequía.

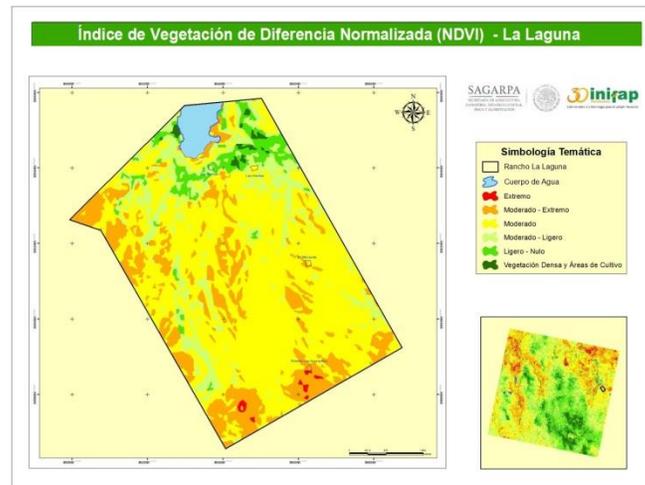


Figura 3. Estado de salud de los pastizales del rancho La Laguna (mayo 2013).

El estado de salud no depende del tipo de propiedad que se evalúe, o del sobrepastoreo, en el Ejido Juan Mata Ortiz las características climáticas y edáficas (Ej. pedregosidad) del sitio contribuyen de manera importante a la resistencia y resiliencia del ecosistema.

LITERATURA CITADA

- CFAN-CID. 1965. Estudio Integral preliminar sobre la ganadería de la zona norte de la República Mexicana. Tomo IV, COPARMEX, México, D. F. 235 p.
- COTECOCA. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. 1978. Memoria para el estado de Chihuahua. SARH-Subsecretaría de Ganadería. 151 p.
- Echavarría C., F. G., J.L Santos C., R. Gutiérrez L. y G. Medina G. 2015. Validación de una estrategia metodológica para la evaluación cualitativa de un pastizal mediano abierto del estado de Zacatecas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 6(2): 171-191.
- Estrada B., J. W., J. B. Estrada B. O., M. Camacho V., M. E. Mendiola G. y A.

Tijerina V. 1999. La Desertificación en el Altiplano Mexicano. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo and Comisión Nacional de las Zonas Áridas, Coahuila, México. 280 p.

- González G., F. J., M. Martínez S., O. Serna B. y F. Carrete. C. 2012. Georeferenciación de la dieta del ganado bovino durante el período de sequía en diferentes localidades de Durango. Folleto Técnico No. 37. Sitio Experimental La Campana, INIFAP. Chihuahua, Chih. 34 p.

Google Earth. 2014. Google Earth. En: <http://earth.google.com>. Consultado 26 febrero 2015.

- Li, P., L. Jiang, y F. Zhiming. 2014. Cross-Comparison of Vegetation Indices Derived from Landsat-7 Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) and Landsat-8 Operational Land Imager (OLI) Sensors. *Remote Sensing*, 6(1): 310-329; doi:10.3390/rs6010310.

Melgoza, A., M.H. Royo, A.D. Báez y G. Reyes. 1998. Situación actual de predios ganaderos después de cuatro años de sequía en las zonas áridas y semiáridas de Chihuahua. Folleto Técnico No. 4.

Campo Experimental La Campana. CIRNOC-INIFAP-SAGAR. 23 p.

Morgan, R.P.C. 1986. Soil erosion and conservation. D.A. Davidson (ed.). Longman Scientific & Technical, Wiley, New York.

National Research Council (NRC). 1994. Rangeland health: new methods to classify, inventory, and monitor rangelands. National academy Press, Washington, DC. National Research Council. p. 180.

Ortiz Q. M. 2001. Indicadores para la estabilidad de los agregados del suelo en pastizales áridos y semiáridos. Tesis Licenciatura. Ingeniero en Ecología. Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. 61 p.

Pellant, M., P.L. Shaver, D.A. Pyke y J.E. Herrick., 2005, Interpreting Indicators of Rangeland Health - Version 4: Bureau of Land Management, National Science and Technology Center Technical Reference 1734-6, p. 122.

Roy, D.P., M.A. Wulder, T.R. Loveland, C.E. Woodcock, R.G. Allen, M.C. Anderson, D. Helder, *et al.* 2014. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. *Remote Sensing of Environment*, 145: 154-172.

Royo, M., M.H., J.S. Sierra T., C.R. Morales N., R. Carrillo R., A. Melgoza C. y P. Jurado G. 2008. Estudios ecológicos de pastizales. Cap. III: 21-70. En: Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia de tecnología en pastizales y producción animal. S.A.H. Chávez (compilador). Libro Técnico No. 2. Sitio Experimental La Campana, INIFAP. Chihuahua, Chih.

Task Group on Unity in Concepts and Terminology Committee Members (TGUCTCM). 1995. New concepts for assessment of rangeland condition. *Journal of Range Management* 48: 271-282.

USGS. United States Geological Survey. 2015. Remote sensing phenology. Disponible en: http://phenology.cr.usgs.gov/ndvi_foundation.php. Consultado 5 abril, 2015.

USGS - GloVis. UnitedStates Geological Survey – Global Visualization View. 2015. LANDSAT 8 OLI. Disponible en: <http://glovis.usgs.gov/>. Consultado 8 abril, 2015.

Wagner, R.E. 1989. History and development of site and condition criteria en the Bureau of the Land Management. 35-48 p. In: Launerth, W.K. y W.A. Laycock (eds.). *Secondary Succession and the evaluation of Rangeland Condition*, Westview, Boulder, CO.

Xu, Dandan, X. Guo, Z.Li, X. Yang y H. Yin. 2014. Measuring the dead component of mixed grassland with Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment* 142: 33-43.

INOCULACIÓN CON BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN SEMILLA DE *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

INOCULATION WITH PLANT GROWTH PROMOTING BACTERIA IN SEED OF

Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr.

Raúl Plascencia Jiménez^{1*}, Adrián R. Quero Carrillo² y Roberto Quintero Lizaola²

¹INIFAP-Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit, Km. 6 Entronque Carret. Internacional México-Nogales, Santiago Ixcuintla, Nayarit. CP 63300; ²Campus Montecillo Colegio de Postgraduados, Km. 36.5 Carret. México- Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP 56230. *plascencia.raul@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de inoculación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre la germinación de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. El estudio se realizó en el Colegio de Postgraduados. Se determinó contenido de humedad (CH), pureza física (PF), peso de 1000 cariósides (P1000S) y peso volumétrico (PV). Se evaluó la prueba de germinación, realizando conteos a 7 (G7) y 14 (G14) días después de siembra (dds), en el genotipo La Zarca. Se evaluaron seis cepas, *Bacillus* spp., a66 (C1); *Burkholderia gladioli*, I27 (C2); *Sphingomonas paucimobilis*, I95 (C3); *S. paucimobilis*, S73 (C4); *Bacillus* spp., ZA40 (C5); consorcio (C6); testigo sin inoculación (C7). Cuatro dosis de inoculación 0.1 ml cariósides⁻¹ (D1); 0.05 ml cariósides⁻¹ (D2); 0.025 ml cariósides⁻¹ (D3); y 0.01 ml cariósides⁻¹ (D4). El medio de cultivo fue NFb. Se utilizó diseño completamente al azar con arreglo factorial 6x4 con testigo, mediante GLM y Tukey ($P < 0.05$) para comparar medias, así como interacciones; los datos se transformaron al arco seno. El CH fue 12.4%, PF 99.7%, para P1000S 0.664 g y PV 59 Kg hL⁻¹. C7 fue superior ($P < 0.01$) en 76 y 78%, así mismo D4 mostró mayor germinación ($P < 0.01$) de 59 y 69 % a G7 y G14, respectivamente. Los mayores porcentajes se obtuvieron con interacciones C6D4, C1D4, C4D4 y C3D4, con valores de 75, 73, 71 y 70%, respectivamente. La dosis de inoculación afectó la germinación a G7 y G14 en las cepas evaluadas. Es necesario evaluar diferentes concentraciones del medio de cultivo para determinar la dosis adecuada.

Palabras clave: Calidad física, germinación, dosis de inoculación

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of inoculation with plant growth promoting bacteria on germination *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. The study was conducted at the Graduate College. Moisture content (MC), physical purity (PP), 1000 caryopses weight (W1000C) and volumetric weight (VW) were determined. Germination test was evaluated by performing counts at 7 (G7) and 14 (G14) days after sowing (das) in genotype the Zarca. Six strains were evaluated, *Bacillus* spp., a66 (C1); *Burkholderia gladioli*, I27 (C2); *Sphingomonas paucimobilis*, I95 (C3); *S. paucimobilis*, S73 (C4); *Bacillus* spp., ZA40 (C5); consortium (C6); control without inoculation (C7). Four inoculation dosages 0.1 ml caryopse⁻¹ (D1); 0.05 ml caryopse⁻¹ (D2); 0.025 ml caryopse⁻¹ (D3); y 0.01 ml caryopse⁻¹ (D4). The culture medium was NFb. A completely randomized design was used with factorial arrangement 6x4 and control with GLM and Tukey ($P < 0.05$) to compare means and interactions; data was transformed to arc sine. MC was 12.4%, PP 99.7%, to W1000C 0.664 g and WV 59 kg hL⁻¹. C7 was higher ($P < 0.01$), at 76 and 78% also showed higher germination D4 ($P < 0.01$) 59 and 69% to G7 and G14, respectively. The highest percentages were obtained with interactions C6D4, C1D4, C4D4 and C3D4, with values of 75, 73, 71 and 70%, respectively. The inoculation dose affected the germination to G7 and G14 in strains evaluated. You need to evaluate different concentrations of the culture medium to determine the proper dosage.

Keywords: Physical quality, germination, inoculation dose.

INTRODUCCIÓN

El estrés hídrico y origen de las cepas de bacterias para inoculación son factores que influyen en la colonización de la raíz. Las cepas nativas presentan ventajas al estar adaptadas a ambientes específicos, dado que bajo condiciones naturales se desarrolla una fuerte competencia entre las poblaciones rizosféricas. Por otra parte, las políticas actuales sobre la conservación del medio ambiente contribuyen a la búsqueda de alternativas para reducir el uso de combustibles fósiles y mantener la productividad y estabilidad ecológica de los ecosistemas bajo pastoreo. La inoculación con bacterias promotoras del crecimiento vegetal son una alternativa sólida para una agricultura sostenible sin comprometer la producción (Abril *et al.*, 2006). Sin embargo, es importante estudiarla diversidad de cepas bacterianas y su interacción, puesto que algunas no son específicas del cultivo de aislamiento; por tanto, es compleja su interacción y se debe determinar tanto su asociatividad como su eficiencia en producción de promotores del crecimiento (Díaz *et al.*, 2001). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inoculación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre la germinación de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Laboratorio de Semillas del Programa de Recursos Genéticos y Productividad, del *Campus* Montecillo del Colegio de Posgraduados. El contenido de humedad de los carióspsides de Banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.) (CH) se determinó en estufa a 130 °C por 1 h. Se utilizaron 3 g de carióspsides en cuatro repeticiones, los resultados se expresaron en porcentaje (ISTA, 2005). Se determinó pureza física de carióspsides (PF) para lo cual se utilizaron 2 g y se estimó la

proporción de carióspsides puros y materia inerte (carióspsides rotos, semillas de maleza y residuos de glumas, lemas y paleas). Se usaron tres repeticiones. Para peso de 1000 carióspsides (P1000S), se contaron y pesando ocho repeticiones de 100 carióspsides. Se calculó el coeficiente de variación (CV%), el cual fue menor de 6%, para calcular el P1000S, se multiplicó por diez el promedio del peso de 100 carióspsides en las ocho repeticiones (ISTA, 2005). Para peso volumétrico de carióspsides (PV), se utilizó el método de probeta, que consistió en pesar muestras de 3 g, los cuales se depositaron en probeta de 10 ml para determinar el volumen desplazado por la masa del carióspside y se emplearon tres repeticiones.

El cultivo de cepas inoculantes se realizó en el área de Bacteriología del Programa de Fitopatología, del *Campus* Montecillo del Colegio de Postgraduados; las seis cepas evaluadas se identificaron como *Bacillus* spp., a66 (C1); *Burkholderia gladioli*, I27 (C2); *Sphingomonas paucimobilis*, I95 (C3); *S. paucimobilis*, S73 (C4); *Bacillus* spp., ZA40 (C5) y un consorcio de todas las anteriores (C6). Para la preparación del inoculante se vertieron 100 ml con medio líquido NFb en matraz Erlenmeyer de 250 ml cuya composición para 1 L es DL-ácido málico 5 g, CaCl₂ 0.02 g, FeCl₃ 0.01 g, NaCl 0.1 g, KH₂PO₄ 0.4 g, K₂HPO₄ 0.1 g, NaMoO₄ 2H₂O 0.002 g, MgSO₄ 7H₂O 0.2 g, biotina 0.0001, agua destilada 1 L y 2 ml de azul de bromotimol en alcohol al 5% (Döbereiner y Day, 1974); posteriormente, se ajustó a pH 7 y, en condiciones de asepsia, se tomó una asada por cepa y se depositó en matraz, el cual se colocó en agitador Labnet Orbit-1900 a 180 rpm durante 5 d a 25 °C. Se determinó la cuenta bacteriana, la cual fue de 10³ unidades formadoras de colonias (UFC) ml⁻¹, mediante conteo en placa. Se utilizó semilla del genotipo La Zarca, escarificada

manualmente para obtener carióspsides, este proceso se realizó hasta obtener suficientes carióspsides para realizar las pruebas físicas descritas.

Para evaluar la capacidad promotora de las cepas bacterianas, se realizaron en laboratorio, pruebas de germinación (GE) en carióspsides de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.; se utilizó como sustrato toallas comerciales tipo “sanitas” (ISTA, 2005) previamente humedecidas con agua destilada y, sobre éstas, se depositaron 100 carióspsides, los cuales se colocaron en cajas Sandwicheras con cuatro repeticiones de 100 carióspsides seleccionados al azar. Durante la prueba, la temperatura se mantuvo constante a $25\pm 1^\circ\text{C}$, el conteo de plántulas germinadas se realizó a 7, 14 y 21 dds, cuantificando germinación a 7 (G7), 14 (G14) y 21 días; sin embargo, después de 14 dds ya no se observó germinación, de igual forma se contabilizaron plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), carióspsides duros (SD) y muertos (SM). Las PN presentaron raíz y plúmula bien desarrollada y sana. Durante la prueba se revisó la humedad en las cajas Sandwicheras y se aplicó riego, según se necesitaba. Los carióspsides se desinfectaron superficialmente, sumergiéndolos en etanol al 10%, durante 1 min; posteriormente, se enjuagaron con agua destilada por 3 min. Los tratamientos estuvieron constituidos por la combinación: 1) cepa [C1, C2, C3, C4, C5, consorcio de las cepas anteriores (C6) y testigo sin inóculo (C7)]; 2) dosis [0.1 (D1), 0.05 (D2), 0.025 (D3) y 0.01 (D4) ml carióspside⁻¹]. Para D1 se aplicaron solamente 10 ml de caldo nutritivo, sin aplicación de agua destilada, en cajas Sandwicheras al inicio del ensayo; para D2 se aplicaron 5 ml de agua destilada y 5 ml de caldo nutritivo; para D3, se aplicaron 7.5 ml de agua destilada y 2.5 ml de caldo nutritivo; y para D4, se aplicaron 9 ml de agua destilada y 1 ml de caldo nutritivo. En

cada caja Sandwicheras, se depositaron 100 carióspsides con cuatro repeticiones. Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de tratamientos 6x4 con un testigo, mediante GLM y Tukey ($P<0.05$) para comparar medias entre tratamientos, así como interacciones; previamente, los datos se transformaron al arco seno (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para CH se encontró 12.4%, la PF fue de 99.7%, para P1000S 0.664 g y para PV fue de 59 Kg hL⁻¹. AG7, C7 superó en 36, 48, 49, 47, 47 y 40% a las cepas C1, C2, C3, C4, C5 y C6, respectivamente; a los G14, los mayores porcentajes de germinación fueron para C7 comparado con C1, C2, C3, C4, C5 y C6 con incrementos de 35, 44, 46, 45, 43 y 39%, respectivamente (Fig 1A; $P<0.01$). Por otro lado, en G7 la dosis 0.01 ml carióspside⁻¹ de inóculo fue mayor en 57, 35 y 16% con respecto a la dosis de 0.1, 0.05 y 0.025 ml carióspside⁻¹ de inóculo, respectivamente; para G14 la dosis 0.01 ml carióspside⁻¹ de inóculo fue superior con relación a la dosis 0.1, 0.05 y 0.025 ml carióspside⁻¹ de inóculo con promedios de 67, 44 y 21%, respectivamente (Fig 1B; $P<0.01$). Lo anterior, es indicativo del efecto detrimental sobre la germinación de las mayores dosis de inoculante, debido probablemente a las sales del medio de cultivo; por lo tanto, es necesario realizar ensayos con diferentes medios y concentración de sales, así como, concentración de bacterias en el medio de cultivo.

Canto *et al.* (2004), estudiaron el efecto de la inoculación con *Azospirillum* en la germinación de semilla de chile habanero y encontraron 74% de germinación con agua solamente, indicando que la inoculación con *Azospirillum* aceleró en un día la germinación de la semilla. Rueda *et al.* (2009), estudiaron el efecto de la inoculación de bacterias fijadoras de Nitrógeno de vida

libre sobre la germinación de *Salicornia bigelvii* y observaron que incrementó el porcentaje de germinación, comparado con

el testigo, en diferentes concentraciones de salinidad.

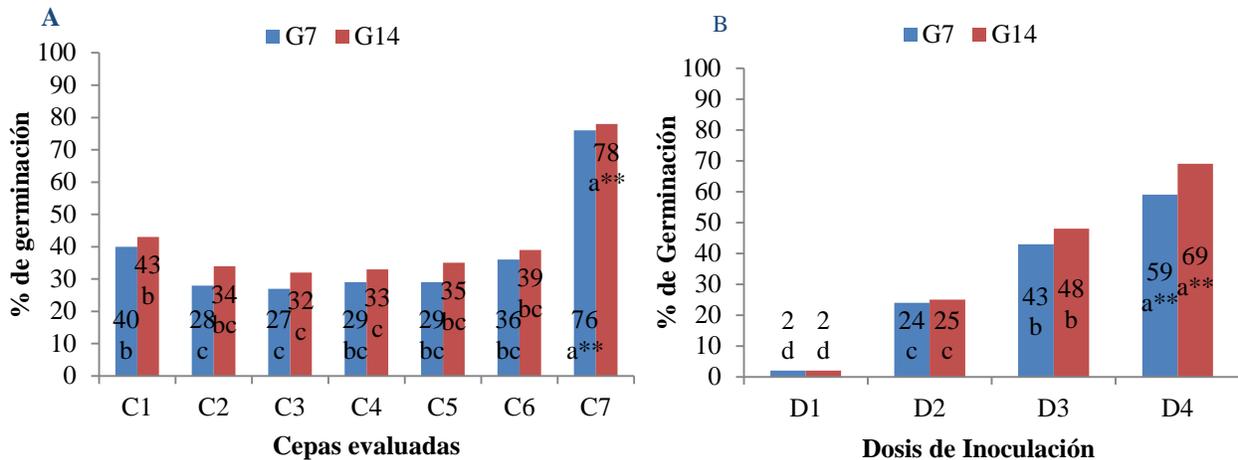


Figura 1. Efecto de la inoculación en el porcentaje de germinación con diferentes cepas (A) y dosis (B) de inoculante. C1= *Bacillus* spp., a66; C2= *Burkholderia gladioli*, I27; C3= *Sphingomonas paucimobilis*, I95; C4= *S. paucimobilis*, S73; C5= *Bacillus* spp., ZA40; C6= consorcio; C7= testigo, sin bacterias. G7= conteo de plántulas a 7 dds; G14= conteo de plántulas a 14 dds. D1= dosis 0.1 ml de inóculo carióspside⁻¹; D2= dosis 0.05 ml de inóculo carióspside⁻¹; D3= dosis 0.025 ml de inóculo carióspside⁻¹; D4= dosis 0.01 ml de inóculo carióspside⁻¹. ** Literales diferentes entre columnas indican diferencia significativa ($P < 0.01$).

Díaz *et al.* (2001), estudiaron el efecto de la inoculación con 30 cepas promotoras del crecimiento vegetal sobre la germinación de lechuga y encontraron que el 77% de las cepas aumentaron la germinación, 10% no tuvo efecto y el 13% redujeron la germinación, del 77% de las cepas que promovieron la germinación solo el 50% superó al testigo. Para la interacción cepa por dosis de inoculación, los mayores porcentajes de germinación en G7 fueron para C7, C6 y C1 con la dosis D4 y, para C1, con D3 (Cuadro 1; $P < 0.01$). Para G14 los mayores porcentajes fueron para C7, C6, C1, C4 y C3, para la dosis D4 y los menores porcentajes fueron para C5 (Cuadro 1; $P < 0.01$).

CONCLUSIONES

Las cepas C6, C1, C3 y C4, presentaron los mayores porcentajes a los G14 con D4; sin embargo, fueron consistentemente menores a la germinación observada en C7.

La dosis de inoculación afectó significativamente la germinación.

Es necesario evaluar diferentes concentraciones de sales en el medio de cultivo; así como diferentes poblaciones de bacterias.

Similarmente, se debe evaluar el efecto de la inoculación posteriormente a la germinación, en el crecimiento de los componentes estructurales de la plántula.

Cuadro 1. Interacción cepa por dosis de inoculación sobre la germinación a 7 y 14 dds en cariósides de pasto Banderita.

| Cepas | G7 | | | | G14 | | | |
|-------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | D1 | D2 | D3 | D4 | D1 | D2 | D3 | D4 |
| C1 | 4 ^g | 28 ^{ef} | 63 ^{ab} | 64 ^{ab} | 4 ^h | 29 ^{efg} | 64 ^{bc} | 73 ^{ab} |
| C2 | 4 ^g | 24 ^f | 37 ^{de} | 47 ^d | 5 ^h | 24 ^g | 39 ^d | 68 ^{bc} |
| C3 | 0 ^g | 22 ^f | 29 ^{ef} | 59 ^{bcd} | 0 ^h | 24 ^g | 39 ^{def} | 70 ^{ab} |
| C4 | 0 ^g | 26 ^{ef} | 31 ^{ef} | 60 ^{bc} | 0 ^h | 27 ^{fg} | 36 ^{de} | 71 ^{ab} |
| C5 | 0 ^g | 20 ^f | 47 ^d | 51 ^{cd} | 2 ^h | 21 ^g | 58 ^c | 59 ^c |
| C6 | 2 ^g | 23 ^f | 50 ^{cd} | 71 ^{ab} | 3 ^h | 26 ^{fg} | 53 ^c | 75 ^{ab} |
| C7 | | | 76 ^{a**} | | | | 78 ^{a**} | |

G7= plántulas a 7 dds; G14= plántulas a 14 dds. D1= dosis 0.1 ml de inóculo cariósida⁻¹; D2= dosis 0.05 ml de inóculo cariósida⁻¹; D3= dosis 0.025 ml de inóculo cariósida⁻¹; D4= dosis 0.01 ml de inóculo cariósida⁻¹; C1= *Bacillus* spp., a66; C2= *Burkholderia gladioli*, I27; C3= *Sphingomonas paucimobilis*, I95; C4= *S. paucimobilis*, S73; C5= *Bacillus* spp., ZA40; C6= consorcio; C7= testigo, sin inoculación con bacterias. ** Literales diferentes entre y dentro columnas indican diferencia significativa ($P < 0.01$)

LITERATURA CITADA

Abril, A.; C. Biasutti; R. Maich; L. Dubbini; L. 2006. Noe. Inoculación con *Azospirillum* spp. en la región semiárida-central de Argentina: factores que afectan la colonización rizosférica. CI. Suelo (Argentina) 24(1):1-9.

Canto, M. J. C.; S. Medina; D. Morales. 2004. Efecto de la inoculación con *Azospirillum* sp. en plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacquin). Tropical and Subtropical Agroecosystems 4(1): 21-27.

Díaz, V. P.; C. R. Ferrera; S. J. J. Almaraz; G. G. Alcántar. 2001. Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento en lechuga. Terra Latinoamericana 19:327-335.

Döbereiner J.; D. J. Day. 1974. Associative symbiosis in tropical grasses of microorganisms and dinitrogen fixing site. In 1st International Symposium on Nitrogen Fixation: Washington State University, USA. pp. 518-539.

ISTA (International Seed Testing Association). 2005. International rules for seed testing. Seed Sci. and Technol. Edition 2005/1.P.O. BOX 308,8303 Bassersdorf, CH-Switzerland.

Rueda, P. E. O.; E. J. A. Villegas; B. L. E. Gerlach; H. M. A. Tarazón; A. B. Murillo; H. J. L. García; D. E. Troyo; R. P. Preciado. 2009. Efecto de la inoculación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal sobre la germinación de *Salicornia bigelovii*. Terra Latinoamericana 27: 345-354.

SAS (Statistical Analysis System). 2003. User's Guide: statistics. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA

QUEMAS PRESCRITAS SOBRE LA MANZANITA (*Arctostaphylos pungens* HBLK) EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA LA MICHILIA

PRESCRIBED BURNS ON THE MANZANITA (*Arctostaphylos pungens* HBK) IN LA MICHILIA BIOSPHERE RESERVE

Fernando Quiroz-Sánchez^{1*}, Jesús Ricardo Mendoza-Fernández², Gerardo Bezanilla-Enríquez², Juan Ángel Ortega-Gutiérrez² y Alicia Melgoza-Castillo²

¹UJED-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.-Carretera Durango-El Mezquital, Km 11.5, Durango, Durango, Méx. C. P. 34170; ²Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico Francisco R. Almada Km. 1. Chihuahua, Chihuahua. *ferquiroz88@gmail.com

RESUMEN

La manzanita es una especie que ha desplazado bosques templados en la Sierra Madre Occidental y su dispersión se ha relacionado con el fuego. Se evaluó la respuesta de *Arctostaphylos pungens* HBK a la aplicación de una quema prescrita (QP) en la Reserva de la Biósfera la Michilia (RBLM). Se estimó la Densidad (D) y la Carga de Combustibles Forestales Ligeros (CCFL) Antes y Después (A y D) de la QP en dos sitios (S1 y S2), así como su relación con la D. Mediante una prueba de “t” para muestras pareadas se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la D de *A. pungens* AQP y DQP. La D promedio en el S1 AQP, fue de 811 ± 142 plantas/ha (p/ha) y DQP de 398 ± 142 p/ha, con una diferencia promedio de 414 ± 142 p/ha ($p \leq 0.05$). La CCFL mostró relación ($p \leq 0.05$) con la D final de *A. pungens* en el S1 con un coeficiente de correlación (r) de $r = 0.445$ en contraste con lo observado en el S2 ($r = 0.166$, $p \geq 0.05$). La aplicación de QP a finales de invierno en la RBLM redujo la D de *A. pungens*. La reducción de la CCFL no incrementa la D de la especie. Los resultados obtenidos del estudio permiten establecer estrategias de manejo de la especie en ecosistemas donde se ha establecido ampliamente y representan una oportunidad para explorar las relaciones del fuego con *A. pungens*.

Palabras claves: ANP, Densidad, Fuego, Invasión

INTRODUCCIÓN

El fuego como elemento natural es un factor que ha permitido la adaptación, desarrollo y evolución de las especies en ecosistemas forestales. La manzanita (*Arctostaphylos pungens* HBK) es una especie leñosa que coloniza e invade bosques templados subhúmedos en la Sierra Madre Occidental a una tasa de deforestación de -2.34%, muy por encima de la tasa promedio anual de deforestación nacional que oscila entre el 0.25 y -1.02% (Márquez *et al.*, 2005). Las densas poblaciones que la manzanita llega a formar afectan la distribución del pastoreo, pues limitan el paso del ganado a lo largo de los sitios de pastizal. Se desconocen puntualmente los mecanismos de propagación de la especie, como la germinación de sus semillas y se ha planteado que están relacionados con algún factor derivado del fuego. Por otro lado, el mantillo

orgánico sobre el suelo actúa como aislante térmico lo que puede favorecer la germinación de semillas en la estación de lluvias posterior al paso del fuego, modificando la densidad de la especie (Márquez, 2004, Márquez *et al.*, 2005). Dada la relación observada entre el fuego y la especie, se espera que el calor generado durante la QP estimule las semillas existentes en el banco del suelo y estimule su germinación modificando la D. En este sentido la aplicación de QP puede ser una alternativa para evaluar la respuesta de la planta y mejorar nuestra comprensión sobre los mecanismos de propagación. La información generada puede ser utilizada por los manejadores de los recursos naturales y productores como una herramienta de manejo en bosques de encino-pino. En base a lo anterior, los objetivos fueron: evaluar el efecto de la aplicación de la QP sobre la D

de *A. pungens*, en la RBLM y determinar la relación entre la D y la carga de combustibles forestales ligeros (CCFL).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El trabajo se realizó en el predio “Paraíso de los Santos”, anexo de la Comunidad Indígena de Santa María de Ocotán y

Xoconoxtle. Dicho predio se encuentra en la zona de influencia de la Reserva de la Biósfera La Michilía (RBLM) cuyos límites son: la Sierra de Michis al oeste y la Sierra de Úrica al Este. La RBLM se localiza entre los municipios de SÚchil y Mezquital, Durango (Figura 1). La altitud varía de los 2,000 a los 2,985 msnm.

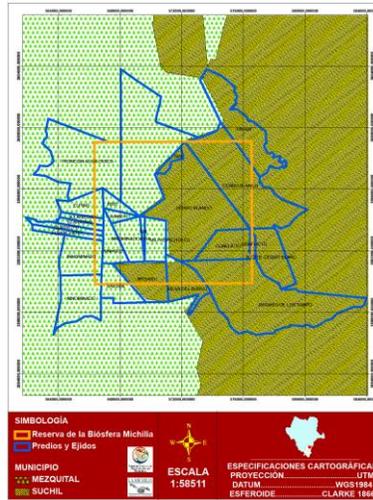


Figura 1. Localización del predio Paraíso de los Santos, Municipio de SÚchil, Durango.

Los climas predominantes son: templado C(w₀) y semiárido, templado BS₁kw (CONABIO, 2015), ambos con régimen de lluvias en verano. En el área se encuentran cinco tipos de vegetación: bosque de coníferas, bosque de *Quercus*, pastizal, matorral xerófilo y vegetación acuática y subacuática (González *et al.*, 1993). Se realizaron dos QP en el año 2010 en dos sitios (S1 y S2) bajo manejo ganadero que abarcaron una superficie total de 74.20 has (S1, 31.84 has y S2, 42.36 has). Los sitios constituyeron dos unidades de quema (UQ) las cuales fueron excluidas al pastoreo de ganado durante el 2009. Las acciones de contención del fuego dentro de los sitios consistieron en el establecimiento de una línea negra de 12 m de ancho y para iniciar la ignición se utilizó una antorcha de goteo con una capacidad de 4 litros con una mezcla de diesel y gasolina en una relación de 3:1.

Para determinar las variables consideradas se establecieron al azar 68 Unidades de Muestreo (UM) utilizando la extensión randompoints (puntos aleatorios) disponible para el software Arc View 3.3. Las UM dentro de los sitios quedaron de la siguiente manera: S1, 38 UM y S2, 30 UM. La superficie efectiva de muestreo de cada UM fue de 50.26 m².

Variables estimadas.

En cada UM se estimaron, Antes y Después (A y D) de la QP, la D de *A. pungens* y la CCFL. La D de *A. pungens* se evaluó a un año de la QP, contabilizando el número de plantas vivas presentes en la UM revisándola cuidadosamente para identificar plantas pequeñas que pudieran escapar del conteo considerando que las semillas de *A. pungens* que hubieran germinado por efecto del fuego tendrían una altura de 7.5±0.2 cm (Márquez

et al., 2004). La D de *A. pungens* (p/ha) se estimó mediante la siguiente función:

$$De = \frac{NPVUM}{SUM} \left(10000 \right)$$

Donde: D= Densidad de *A. pungens*, NPVUM= Número de Plantas Vivas en la Unidad de Muestreo, SUM= Superficie de la Unidad de Muestreo.

La CCFL se determinó usando el método de intersecciones planares (Brown, 1974, adaptada por Sánchez y Zerecero, 1983). En esta metodología se establecen 3 transectos y al final de éstos un cuadrante de 0.090 m² en el cual se recolecta la hojarasca, el mantillo

orgánico, la capa de fermentación y el forraje. Estos materiales se depositaron en bolsas de papel y se depositaron en una estufa de secado durante un periodo de 10 d a una temperatura de 70°C para estimar la cantidad de Materia Seca (MS). El peso se verificó pesando las muestras cada 24 h durante el periodo de tiempo señalado. La CCFL observada en las intersecciones se determinó mediante la siguiente función:

$$PCCFL = \frac{0.484 \times F \times C}{NL}$$

Donde: PCCFL (Peso de la Carga de Combustibles Forestales Ligeros), *F* (Frecuencia o Número de intersecciones), *C* (Factor de corrección por pendiente) y NL (Longitud total de la línea; Nájera y

Hernández, 2011). Con los valores de la CCFL calculada mediante las intersecciones observadas en los transectos se calculó la CCFL total por hectárea mediante la función:

$$CCFL = \frac{CCFLI + FTUM}{SUM} \left(10000 \right)$$

Donde: CCFL (Carga de Combustibles Forestales Ligeros), CCFLI (Carga de Combustibles Forestales Ligeros calculada en las Intersecciones con combustibles de 1

h de retardo en los transectos), FTUM (Forraje Total en la Unidad de Muestreo), SUM (Superficie de la Unidad de Muestreo).

Características de las Quemas Prescritas ejecutadas

Se aplicó el modelo de combustibles número dos de acuerdo a la clasificación de Rothermel (1974), bajo la prescripción que se muestra en el Cuadro 1. Durante la realización de la QP se tomaron lecturas del tiempo atmosférico (humedad relativa,

temperatura, velocidad y dirección del viento). Las lecturas anteriores permitieron definir los parámetros de comportamiento del fuego bajo los cuales se desarrolló la QP y para determinarlos (Cuadro 2) se utilizó el software Behave Plus versión 5.0.2 el cual fue alimentado con los datos climatológicos anteriormente señalados.

Análisis Estadístico

El efecto del fuego sobre la D de *A. pungens* HBK se evaluó con una prueba de “t” para muestras pareadas con el procedimiento PROC MEANS del paquete estadístico SAS. Para determinar el efecto del fuego sobre la

reducción de la CCFL y su relación con la D final de la planta después de la QP, se realizó un análisis de correlación mediante el procedimiento PROC CORR del SAS (SAS, 2001).

Cuadro 1. Prescripción bajo la cual se realizó la quema prescrita en dos sitios en la Reserva de la Biosfera la Michilia, Súchil, Durango, México.

| Variable | Descripción |
|------------------------------------|----------------------|
| Época del año | Invierno |
| Hora del Día | 9:30 a.m. |
| Días desde la última precipitación | 15 d |
| Temperatura | De 8 a 29°C |
| Humedad relativa | De 10 a 40% |
| Velocidad del viento | De 0 a 28 km/hr |
| Dirección del viento | Sureste |
| Humedad del combustible fino | De 4 a 6% |
| Estabilidad atmosférica | Estable |
| Técnica de ignición | Franjas en retroceso |

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de *Arctostaphylos pungens*

Se observaron diferencias ($p \leq 0.05$) en la D de *A. pungens* en los dos sitios AQP y DPQ que representan una diferencia de -413 ± 142 p/ha para el S1 y de -458 ± 219 p/ha para el S2 después de la QP (Cuadro 3). La disminución en la D de plantas contrasta con

lo reportado por Márquez *et al.*, (2005) quienes analizaron la estructura de la vegetación en 3 sitios donde se presentaron incendios de diferente intensidad y concluyeron que la D y la estructura de alturas de la especie se relaciona con la intensidad de los incendios y la protección que el mantillo ofrece al banco de semillas.

Cuadro 2. Parámetros esperados de comportamiento del fuego durante la realización de la quema prescrita.

| Variable | Parámetro máximo esperado |
|--------------------------|----------------------------|
| Largo de llama | 0.79 m |
| Velocidad de propagación | 9 m/min |
| Alto de chamuscado | 1.5 m |
| Intensidad calórica | 1820.4 kcal/m ² |
| Intensidad lineal | 85 kcal/m/seg |

En su trabajo, el estrato arbustivo presentó densidades en áreas no quemadas de 1010 p/ha y de 3426 p/ha en sitios quemados en la RBLM. En otras especies del género como *Arctostaphylos morroensis* se ha observado que el número de semillas viables se reduce después de una QP de 384 a 54 semillas/m² en los primeros cinco cm del suelo y de 142

a 45 semillas/m² a profundidades mayores (Odion y Tyler, 2002). Nuestros resultados pueden deberse a que la intensidad calórica, así como la velocidad de propagación del fuego no fueron suficientes para estimular la germinación de las semillas existentes en el suelo.

Cuadro 3. Medias de Mínimos Cuadrados (\pm EE) para las variables Densidad y Carga de Combustibles Forestales Ligeros por Sitio antes y después de la Quema Prescrita

| Variable | Sitio 1 | | Sitio 2 | |
|--|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Antes | Después | Antes | Después |
| Densidad (plantas/ha) | 811 \pm 142 ^a | 398 \pm 142 ^b | 882 \pm 219 ^a | 424 \pm 219 ^b |
| Carga de Combustibles Forestales Ligeros (kg/ha) | 5200 \pm 516.9 ^a | 3157 \pm 516.9 ^b | 5745 \pm 587.8 ^a | 2945 \pm 587.8 ^b |

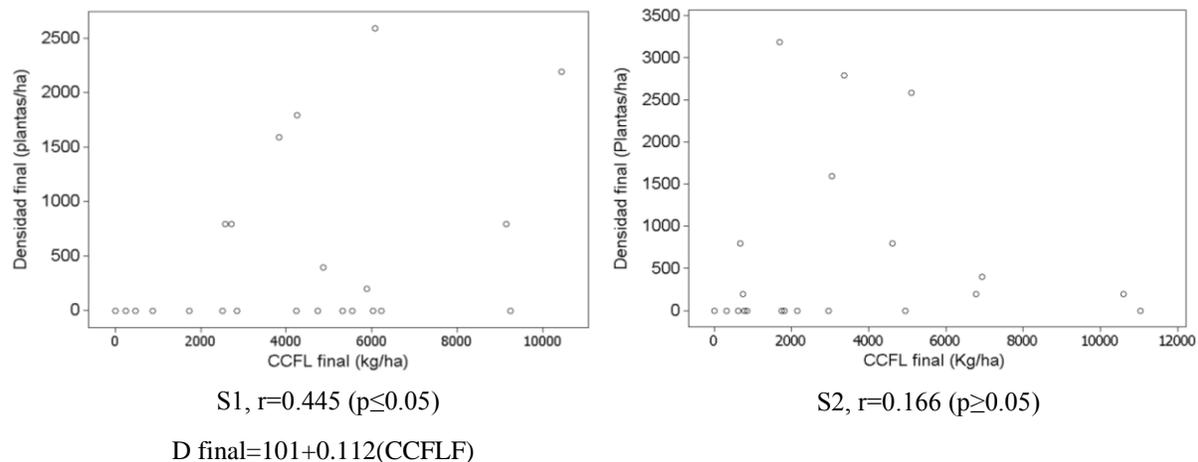
^{ab} Literales diferentes entre columnas dentro de sitio indican diferencia estadística ($p \leq 0.05$).

También se puede pensar que no existían semillas en el suelo o su viabilidad era muy baja o nula, o quizás el fuego la redujo tal como ocurre con *A. morroensis*. Probablemente la plantas de *A. pungens* muestren la misma tendencia que *A. morroensis*, la cual incrementa el número de plántulas al segundo y tercer año posteriores a la QP (Odion y Tyler, 2002, Márquez *et al.*, 2005). La germinación de las semillas de *A. pungens* tal vez requieran otro tipo de factor químico, físico o medioambiental para romper la dormancia del embrión, o las bajas tasas de germinación son inherentes al género (Kauffman y Martin, 1991). Por otro lado, es importante considerar la humedad y la temperatura del suelo durante la ejecución de la QP, pues se presentaron lluvias invernales que modificaron las condiciones de humedad del suelo durante la QP y posiblemente la respuesta de las semillas y de las plantas a la aplicación del fuego (Mataix, 1999; Shainsky y Radosevich, 1986). Los resultados observados sugieren que el establecimiento de *A. pungens* y la germinación de las semillas pueden deberse a la interacción de factores como la tala, el sobrepastoreo y el fuego, tal como comentan Valenzuela y Granados (2009), quienes después de realizar una caracterización fisonómica y florística de la vegetación en la región de El Salto, Durango, observaron que la dominancia de la especie es evidente en

sitios donde existió aprovechamiento forestal, sobrepastoreo e IF frecuentes.

Carga de Combustibles Forestales Ligeros

Se analizó la relación de la CCFL residual con los valores de la D observados DQP para determinar si su reducción influye sobre la D de *A. pungens*. Se encontró relación en el S1 ($p \leq 0.05$) entre estas variables ($r=0.445$) (Gráfica 1). La CCFL se redujo ($p \leq 0.05$) en promedio 2421.43 \pm 551.85 kg/ha en ambos sitios, es decir un promedio de 44.06% de la carga que existía. La tendencia observada no fue consistente entre sitios pues en el S2 no se encontró relación ($r=0.152$).



Gráfica 1. Relación entre la CCFL final y la Densidad Final de *Arctostaphylos pungens* en los sitios.

Esta inconsistencia se puede deber a la intensidad y el largo de llama del fuego, las cuales modificaron su dispersión sobre la superficie y generó que algunas áreas no se quemaran con la misma intensidad. La relación observada en el S1 puede corroborar lo anterior y no necesariamente indica que la D de la planta se incrementa a medida que se incrementa la CCFL residual, más bien indica que algunas áreas no se quemaron. En este sentido, el presente estudio no consideró la diferenciación de plantas jóvenes (germinadas por el calor) de las plantas ya establecidas en cada UM. El hecho que

existan zonas que no se quemaran, se debe a factores como la distribución y la carga de los combustibles, pues en ocasiones se rompe su continuidad horizontal impidiendo que el fuego se propague de manera uniforme sobre la superficie. Por otro lado, el tipo de combustible (ligero) afecta la distribución del fuego afectando las variables de comportamiento (Brooks *et al.*, 2004). Otros factores son la humedad relativa y la dirección de viento, que modifican el frente del fuego (Andrews, 2009).

CONCLUSIONES

La quema prescrita a finales del invierno disminuye un 44% la densidad de *A. pungens* en los bosques de encino-pino en la Reserva de la Biósfera la Michilia. La reducción en la carga de combustibles forestales ligeros después de la ejecución de una quema prescrita en la RBLM, no promueve incrementos de la densidad de *A. pungens*.

LITERATURA CITADA

Andrews, Patricia L. 2009. Behave Plus fire modeling system, version 5.0: Variables. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-213WWW Revised. Fort Collins, CO:

Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 111 p. Consultado 20/03/2012. http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr213.pdf

Brooks, L. M., C. M. D'Antonio, D. M. Richardson, J. B. Grace, J. E. Keeley, J. M. DiTomaso, R. J. Hobbs, M. Pellant y D. Pike. Effects of invasive alien plants on fire regimes. *Bioscience* 677. Vol. 54 No. 7.

Brown, J. K. 1974. Handbook for inventorying downed woody material. USDA Forest Service. General

- Technical Report INT-16. Utah, USA. 24p.
- CONABIO, 2015. Regiones terrestres prioritarias de México. La Michilia. Consultado en línea 15/07/2015. http://www.conabio.gob.mx/conocimien-to/regionalizacion/doctos/rtp_058.pdf
- González, E. M, M. González E y A. Cortés O. 1993. Vegetación de la Reserva de la Biósfera la Michilia, Durango, México. Acta Botánica Mexicana. 22:1-104p.
- Kauffman, J. B. y R. E. Martin. 1991.- Factors influencing the scarification and germination of three montane Sierra shrubs. Northwest Science Vol. 65, No. 4. 180-187p.
- Márquez, L. M. 2004. Distribución, germinación y estructura de poblaciones de *Arctostaphylos pungens* HBK., y su relación con el fuego en Durango, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León, México. 122p.
- Márquez, L. M. A., E. Jurado y C. López G. 2005. Efecto del fuego en el establecimiento de *Arctostaphylos pungens* HBK., en ecosistemas templados semihúmedos de Durango, México. Maderas y Bosques 11:35-48p.
- Mataix, S. J. 1999. Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribuciones a su conservación y regeneración. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante. Alicante, España. 330p.
- Nájera, L. J. A y E. H. Hernández. 2011. Estimación de la carga de combustibles forestales en un bosque coetáneo de la región de El Salto, Durango. Consultado en línea 18/11/2011. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pa-sturas/curso_fuego/44-durango.pdf.
- Odion, D y C. Tyler. 2002. Are long fire-free periods needed to maintain the endangered, fire-recruiting Shurb *Arctostaphylos morroensis* (Ericaceae)?. Conservation ecology. Report 6(2): 4. Consultado en línea 10/01/2012. <http://www.consecol.org/vol6/iss2/art4>.
- Rothermel, R. C. 1974. Concepts in Fuel Modeling. USDA Forest Service, Northern Forest Fire Laboratory, Missoula.
- Sánchez, C. J. y L. G. Zerecero. 1983. Método práctico para calcular la cantidad de combustibles leñosos y hojarasca. Nota Divulgativa 9:14p.
- SAS. 2001. SAS User's guide. Procedures Statistic. Institute, INC., Cary N. C. U.S.A.
- Shainsky, J. L. y S. R. Radosevich. 1986. Growth and wáter relations of *Pinus ponderosa* seedlings in competitive regimes with *Arctostaphylos patula* seedlings. *Journal of Applied Ecology*. 23, 957-966.
- Valenzuela, N. L. M. y D. G. Sánchez. 2009. Caracterización fisonómica y ordenación de la vegetación en el Área de Influencia de el Salto, Durango, México. Rev. Chapingo. Ciencias Forestales y del Ambiente. 15:29-41p.

FUNCIÓN HIDROLÓGICA, ESTABILIDAD Y MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO CON PASTOS NATIVOS E INVASORES

HYDROLOGICAL FUNCTION, SOIL STABILITY AND ORGANIC MATTER OF SOIL WITH NATIVES AND INVASIVE GRASSES

María del Rayo Hernández Flores¹, Jorge Isidoro Ávila Moreno¹, Jesús Javier Sánchez Ramos¹,
Manuela Corazón de María Villa¹, Crhistian Eduardo Álvarez Enriquez¹ Edgar Gustavo López
Saut¹, Darío Cisneros Arreola¹ y Manuel Ismael Mata Escobedo¹

ITVG Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Carretera a México Kilómetro 22.5 Durango, Dgo. Mex. C. P 34371.

*rayisflores@hotmail.com

RESUMEN

Los pastizales proporcionan servicios ambientales, en los que destacan la captación de agua de lluvia, recarga de mantos acuíferos y protección del suelo ante la erosión. Sin embargo, la degradación de la cubierta vegetal ocasiona el establecimiento de especies invasoras que influyen en la infiltración, escorrentía y protección de suelo por erosión. El objetivo fue determinar diferencias en la infiltración del agua y estabilidad del suelo con presencia de tres especies de gramíneas, dos nativas *Aristida divaricata*, *Bouteloua gracilis* y una invasora *Melinis repens*. En áreas de pastizales del Arenal, Durango se determinó la infiltración del agua en el suelo con infiltrometros, el contenido de materia orgánica se determinó en laboratorio y la estabilidad del suelo mediante la técnica descrita por Herrick *et al.*, (2005). Los resultados indican que hay diferencias significativas a los 18 minutos en la infiltración del agua entre las tres especies de gramíneas ($p > 0.05$). Sin embargo, *B. gracilis* tuvo mejor infiltración al cabo de 20 minutos. La estabilidad del suelo fue buena en los tres sitios de muestreo, esto indica que los suelos son resistentes a procesos de erosión eólica e hídrica. Los análisis de materia orgánica indicaron que *M. repens* presentó mayor cantidad de materia orgánica con valor de 0.85, seguido por *B. gracilis* con 0.80 y *A. divaricata* con 0.50.

Palabras clave; Infiltrómetro, Infiltración, Pastizal, Erosión

ABSTRACT:

Grasslands provide environmental services, most notably the capture of rainwater, groundwater recharge and soil protection against erosion. However, degradation of vegetation cover causes the establishment of invasive species which can influence processes of infiltration, runoff and soil loss by erosion. The objective was to determine differences in the infiltration of water and soil stability three grass species, two native *Aristida divaricata*, *Bouteloua gracilis* and invasive *Melinis repens*. In grasslands from Arenal Durango, the water infiltration in the soil was determined by infiltrometers, the mater organic content was done in the Laboratory and the soil stability test was by technical from Henrick *et al* (2005). The results indicate that if there are significant differences at 18 minutes in the water infiltration rate among the three species of grasses ($p > 0.05$). However, *B. gracilis* had better infiltration after 20 minutes. Soil stability was good in all three sampling sites, that indicates that soils are resistant to processes of wind and water erosion. The site with *A. divaricata* showed greater stability. Analyses of organic matter indicated that *M. repens* showed higher amount of organic matter with value 0.85, followed by *B. gracilis* with a value of 0.80 and *A. divaricata* value of 0.50.

Keywords: Infiltrometer, Infiltration, grassland, erosion.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales proporcionan servicios ambientales como la captación de agua de lluvia, recarga de mantos acuíferos y protección del suelo ante la erosión eólica e hídrica. La capacidad del sitio para captar, almacenar y liberar en forma segura el agua de la precipitación ayuda al desarrollo de las gramíneas, la buena producción de forraje, aumenta la cubierta vegetal, la estabilidad del suelo y cantidad de materia orgánica (CONABIO, 2006). Durango ocupa el sexto lugar a nivel nacional en la actividad ganadera, sin embargo, el mal manejo de la ganadería ocasiona erosión del suelo, menor infiltración y espacios para el establecimiento de especies invasoras. A pesar de lo anterior existen pocos estudios de investigación enfocados en conocer como las gramíneas nativas e invasoras afectan o benefician la infiltración de agua, estabilidad del suelo y aporte de materia orgánica. El objetivo fue determinar diferencias en la infiltración del agua, estabilidad del suelo y aporte de materia orgánica en tres especies de gramíneas, de las cuales dos son nativas *Aristida divaricata*, *Bouteloua gracilis* y una invasora *Melinis repens* en el Arenal Durango. Esta información apoya con conocimiento para un manejo adecuado del ecosistema y mantener estos servicios ambientales que son indicadores de la salud de los pastizales.

MATERIALES Y MÉTODOS

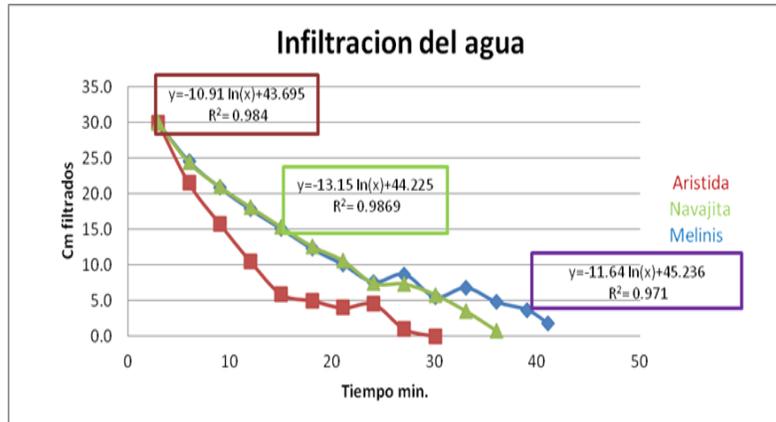
El trabajo se desarrolló en El Arenal Durango, Dgo a una elevación de 1870 msnm. El clima es seco templado con verano cálido BS1k, y seco semicálido BS1h, con temperatura media anual de 15 a 20°C, precipitación pluvial de 400 a 500 mm al

año, presenta un suelo franco-arenoso con afloramientos de roca ígnea y una pendiente con ondulaciones no muy prolongadas (COTECOCA, SARH, 1979). Mediante un recorrido en campo se ubicaron tres sitios de muestreos con el mismo tipo de pastoreo, misma altura del pasto y tipo de suelo. El sitio 1 tiene presencia del pasto tres barbas abierto (*Aristida divaricata*), que fue seleccionada debido a que se encuentra en la mayoría de los potreros. El sitio 2 pasto navajita azul (*Bouteloua gracilis*) elegida por ser de un excelente calidad forrajera, resistente al sobrepastoreo y sequía. El sitio 3 tiene presencia de la especie invasora de origen Africano zacate rosado (*Melinis repens*), elegida por los impactos negativos ecológicos, económicos y sociales. En cada uno de los tres sitios se determinó la infiltración del agua en el suelo y estabilidad del suelo a través de las técnicas descrita por (Herrick *et al.*, 2005). Mientras que la cantidad de materia en los tres sitios se realizó por medio de la técnica de Cía La Motte (Espinoza, 2001), realizada por muestreo compuesto de submuestras con el kit de salud de suelo am-lamotte.

Para detectar la relación entre el tiempo y los cm de agua infiltrados se utilizó la técnica de regresión lineal simple. Para detectar si hubo diferencias significativas de la infiltración del agua entre sitios realizó un análisis de varianza univariado y la prueba de Tukey. Esta prueba estadística solo fue para los registros a los 18 minutos de iniciada la prueba, debido a que en los tres sitios se contó con registros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ecuaciones de regresión lineal simple entre el tiempo y centímetros infiltrados muestran una fuerte asociación para las tres especies (Gráfica 1).



Gráfica 1. Infiltración del agua con las tres especies de gramíneas.

Por otro lado, el sitio con presencia de *M. repens* donde la infiltración de agua fue más lenta se observó una mayor cantidad de macollos comparado con las otras especies, el espacio aproximado de 12 cm entre macollos ocasiona que la infiltración en este sitio sea más lenta que en las otras gramíneas, pero esto no significa que el agua de lluvia se pierda por escurrimiento. En este sitio la altura del zacate rosado fue de 30 cm con macollos maduros mayores a 15 cm de diámetro. Esto tiene relación con el pastoreo ejercido por el ganado bovino ya que Teran (2010) mencionó que este tipo de gramínea no es palatable cuando se encuentra en estado maduro, lo que crea que exista una gran cantidad de mantillo o materia vegetal muerta que se desprende de la planta lo que da lugar a la costra biológica. Estos estudios apoyan lo reportado por Quiñones-Vera *et al.*, (2009) que mencionan que la costra biológica no favorece la tasa de infiltración de agua en el suelo para la recarga de los mantos acuíferos, y se contradice lo mencionado por Herick *et al.* (2005) quienes enfatizaron que la gran cantidad de costra biológica favorece la tasa de infiltración.

El Análisis de varianza de un factor mostro que existe una diferencia significativa a los 18 minutos de infiltración ($F = 0.99003431$

$p < 0.05$) entre las tres especies de gramíneas. Mientras tanto la prueba de post hoc comparando los tres sitios mostró que hay diferencias en la infiltración del agua entre los sitios ($G = 2$; $F = 0.99003431$ Y $P = 0.39458324$) 1-2, 2-1, 2-3 y 3-1, pero en cambio los sitios 1-3 y 3-2 se observó que no hay diferencia de infiltración entre estos sitios. El sitio 2 con presencia de (*B. gracilis*) es el que tiene mayor infiltración de agua con valor de 26.3cm en comparación el sitios 1 con presencia de (*A. divaricata*) con 17.3cm y el sitio 3 con presencia de (*M. repens*) con 17.7 cm.

En cuanto a la estabilidad del suelo los 3 sitios presentaron valores superiores a la categoría 5, lo cual según Henrick *et al.* (2005) opinan que estos suelos presentan buena cantidad de materia orgánica y los hace más estables y menos propensos a la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica. La prueba de estabilidad de suelo muestra que en el sitio 1 con presencia de *A. divaricata* en un suelo franco arenoso el promedio fue de 5.9. Por lo cual, el suelo de este sitio es más estable y menos propenso a erosionarse que los sitios 2 y 3. El sitio 2 con presencia de *B. gracilis* presentó una estabilidad de 5.5 en un suelo franco y el sitio 3 con presencia de *M. repens* tuvo un valor de 5.6 en un suelo también franco. La

diferencia entre el grado de estabilidad de los suelos entre sitios depende de la cantidad de mantillo que se encontró en cada uno de ellos, ya que este se descompone y se reincorpora al suelo para tener mayor cantidad de materia orgánica lo que favorece su estabilidad

De acuerdo a los análisis de materia orgánica en cada uno de los sitios evidencian que el sitio 1 con presencia de *A. divaricata* presentó un valor de 0.50 en un tipo de suelo franco arenoso, mientras el sitio 2 con presencia *B. gracilis* obtuvo un 0.80 con un tipo de suelo franco en valor regular pero mayor que *A. divaricata* y el sitio 3 con presencia de *M. repens*, obtuvo un valor de materia orgánica de 0.85 con un tipo de suelo franco que fue el valor más alto entre las gramíneas. Según castellanos *et al.*, (2000) el porcentaje de materia orgánica entre los rangos de 1.5 y 2.0 se considera alto, bueno de 1.0 a 1.5 regular de 0.5 a 1, y malo de 0 a 0.5 en pastizales. Los resultados de los muestreos en análisis de materia orgánica (0.5, 0.8 y 0.85) se consideran valores regulares ya que estos no son menores de 0.5.

El sitio 3 fue el que presentó un mayor porcentaje de materia orgánica, esto debido a que en este sitio se observó una gran cantidad de costra biológica en el suelo y la especie aun no estaba en latencia. Esto se puede interpretar con lo mencionado por Quiñones (2005) que enfatizó las costras biológicas tienen una fuerte relación entre las partículas del suelo y los microorganismos lo que crea una capa que ayuda a la estabilidad del suelo y recuperación de nutrientes. Además, permite a las gramíneas tolerar mejor los disturbios, minimizar la erosión del suelo, controlar los flujos de agua y mantener los procesos de recuperación biótica.

CONCLUSIONES

La infiltración del agua entre sitios con presencia de las gramíneas nativas o invasoras es diferente lo que indica que la infiltración ve afectada por la presencia de gramínea. La especie invasora (*M. repens*) presentó una infiltración más lentamente debido a la gran cantidad de costra biológica que se encontró en el suelo. Los resultados de estabilidad de suelo indican que en las tres especies de gramíneas existe una buena estabilidad. Los análisis de materia orgánica muestra que existe una mayor cantidad de materia orgánica en sitios con presencia de zacate rosado *Melinis repens* ya que no estuvo en estado de latencia como las otras dos especies, por lo tanto hay más actividad microbiana.

LITERATURA CITADA

- Castellanos, J. Z., J. X. Uvalle y A. Aguilar (2000). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2da edición. INCAPA. 226 pp.
- CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Espinoza, R., 2001, Caracterización de indicadores de calidad de suelos en dos sistemas de producción de café y tres pendiente, Tesis de licenciatura, Honduras, Zamorano Carrera de Ciencia y producción Agropecuaria.
- Herrick. J., Van. Z., Walter. G., (2009) for Grassland, Shrubland and Savanna Ecosystems. USDA- ARS jornada Experimental Range Las cruces, New Mexico vol 1 pp 36.
- Quiñones V. J.J., E. Castellanos P., C.M. Valencia C., J.J. Martínez R., T. Sánchez O. y C. A. Montes G. 2009. Efecto de la costra biológica sobre la

infiltración de agua en un pastizal. Terra Latinoamericana 27287-293.

Quiñones, V. J. J., E. Castellanos P., C. M. Valencia C., and J. J. Martínez R. 2005. Effect of drum aeration on soil water infiltration rate in a grassland in Durango, Mexico. 58th Annual Meeting and Trade Show. Society for Range Management. Fort Worth, TX, USA.

Schoenholtz S.H., H. Van M., Burgerc J., 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. Journal article FO139 of the Forest and Wildlife Research Center, Mississippi State University Forest Ecology and Management 138 (2000) 335±356.

Terán, R. A. 2010. Índice de consumo de especies *Bouteloa gracilis* y *Melinis repens* y su efecto en la composición fisicoquímica del suelo. Tesis de Maestría. CIDIR Durango. Instituto Politécnico Nacional. Durango, Dgo. Méx.

RENDIMIENTO Y CALIDAD FORRAJERA DE VARIEDADES DE TRIGO Y AVENA CULTIVADAS DURANTE EL INVIERNO EN DURANGO

YIELD AND FORAGE QUALITY OF WHEAT AND OAT CULTIVARS GROWN DURING FALL-WINTER CROPPING CYCLE AT DURANGO

Jesús López Hernández¹, Rigoberto Rosales Serna¹, Rafael Jiménez Ocampo¹, Pablo Alfredo Domínguez Martínez^{1*} y Héctor Eduardo Villaseñor Mir²

¹INIFAP-Durango. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. Tel. 01-800-088-22-22 Ext.82706.

²INIFAP-Campo Experimental Valle de México. INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco, km 13.5. Coatlinchán, Texcoco, Estado de Méx., México. C. P. 56250. *dominguez.pablo@inifap.gob.mx

RESUMEN

En Durango, se requiere forraje de calidad para alimentarganado bovino. El objetivo fue validar el rendimiento y calidad forrajera deltrigo y avena cultivados en riego. Se evaluaron tres variedades de trigo (TD 3, TD 4 y TD 5) y dos de avena (Avemex y Turquesa). Se sembró en franjas apareadas, con un riego de auxilio y fertilización química (110-46-00). La maleza se controló químicamente (2,4D-Amina) y un deshierbe manual. Se muestreó en prefloración (embuche)para determinarforraje verde (FV), forraje seco (FS), cenizas, proteína, fibra y energía neta de lactancia (EN_L), mantenimiento (EN_M) y ganancia (EN_G). Los datos se analizaron en un diseño completamente aleatorio y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey (P≤0.05). Se observaron diferencias altamente significativas (P≤0.01) entre variedades paraFV y FS. Los valores de FV entre 42.3 t/ha (TD 4) y 49.1 t/ha (Avemex) fueron estadísticamente iguales y únicamente TD 5 resultó inferior (27.2 t/ha). TD 4 (7.7 t/ha) y TD 3 (7.5 t/ha) mostraron mayor rendimiento de FS; aunque fueron estadísticamente iguales a la avena (6.9 t/ha). Se detectó igualdad estadística para proteína (17.3 % - 21.8 %) y ceniza (11.6 %-13.4 %); así como, para FDA (27.4 %-34.1 %) y FDN(48.8 % y 53.2 %). El contenido energético fluctuó entre 1.41 y 1.58 kcal/kg (EN_L); 1.39 y 1.62 kcal/kg para EN_M y entre 0.81 y 1.01 kcal/kg para EN_G. El trigo y avena, cortados en embuche, representan una opción forrajera de calidad durante el invierno en Durango.

Palabras clave: *Triticum aestivum*, forraje, calidad, nutrición.

INTRODUCCIÓN

En Durango, se siembran diferentes variedades de avena (*Avena sativa*), para la producción de forraje durante el verano e invierno (Nuñez *et al.*, 2012). Se ha demostrado que el trigo (*Triticum aestivum*) produce una alta cantidad de forraje durante el invierno y algunas variedades muestran también una mayor proporción hoja/tallo (López *et al.*, 2012), cuando son comparadas con avena. En 2013, se sembraron en Durango cinco hectáreas de trigo forrajero y se obtuvo un rendimiento de 23.5 t/ha de forraje verde (SIAP, 2015), el cual fue utilizado principalmente como alimento para ganado bovino. En contraste, la superficie sembrada con avena en 2013 alcanzó 136 mil ha y se registró un rendimiento de forraje

de 13.7 t/ha. La mayoría de las variedades mejoradas de estas especies producen alto rendimiento de forraje en la época invernal y además muestran resistencia a las bajas temperaturas. Por ello, pueden ser utilizadas en la producción intensiva de forraje y de esta forma reducir el déficit de este insumo registrado de manera recurrente en Durango. La producción intensiva de forraje permite contar con alimento durante la temporada seca del año y con esto se podrían incrementar las ganancias de peso y se reducirían los índices de mortalidad registrados en el ganado bovino criado en Durango. Se considera que la selección de variedades de trigo y avena permitirá elincrementode la disponibilidad de forraje de mayor calidad para la alimentación del

ganado y al mismo tiempo se mejorará la competitividad de los productores agropecuarios. La etapa fenológica en la que se realiza el corte del trigo y avena influye considerablemente en la calidad del forraje. Se recomienda cortar estas especies en la etapa de embuche, previo a la emergencia de la espiga, para obtener forraje de mejor calidad. El objetivo fue evaluar el rendimiento y calidad forrajera de tres variedades de trigo en comparación de dos variedades de avena cultivadas bajo riego, durante el invierno, en Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo otoño-invierno de 2014-2015 se evaluaron tres variedades de trigo (TD 3, TD 4 y TD 5) y se compararon con dos variedades de avena (Avemex y Turquesa). Se sembró en fecha retrasada, del 20 de enero de 2015, con la ayuda de la sembradora de granos pequeños Aitchinson Grass Farmer 1414C®. La siembra se realizó en franjas apareadas y se utilizaron melgas de 10 m de ancho y suelo plano, con una distancia entre hileras de plantas de 15 cm. Se fertilizó con la dosis 110-46-00 (N-P₂O₅-K₂O), distribuida en la siembra (55-46-00) y amacollamiento (55-00-00). Se sembró en tierra venida, luego de un periodo de dos días de lluvia, en el cual se acumularon 36.4 mm. Además, se aplicó un riego de auxilio el 11 de marzo para complementar el agua de lluvia (124.8 mm) y con ello evitar estrés hídrico en las plantas. El control de la maleza se realizó mediante una aplicación de 2,4D-Amina (Full-mina®), 30 días después de la siembra, y se complementó con un deshierbe manual.

En la etapa previa a la aparición de la espiga (embuche) se realizó un muestreo sistemático en seis puntos de cada una de las melgas establecidas para cada especie y variedad. La muestra se tomó con el uso de un cuadrante de 50 cm x 50 cm (0.25 m²) y

el corte de las plantas se realizó al ras del suelo. Después del corte, se colocaron las muestras en bolsas de papel, se pesó cada muestra para obtener el peso verde y luego se introdujeron todas las muestras en una estufa de aire forzado a 60 °C, durante 72 h, para después obtener la materia seca.

Una muestra seca de cada variedad se envió a un laboratorio comercial para la evaluación, por duplicado, del contenido de cenizas, proteína, fibras y energía neta de mantenimiento (EN_M), lactancia (EN_L) y ganancia (EN_G). Los datos obtenidos se analizaron en un diseño completamente aleatorio, con seis (peso verde y peso seco) y dos repeticiones (datos de laboratorio). Cuando se detectaron diferencias significativas se realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey (P≤0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias altamente significativas (P≤0.01) entre variedades para el rendimiento de forraje verde y forraje seco. La mayoría de las variedades resultaron estadísticamente iguales para la producción de forraje verde con valores entre 42.3 t/ha (TD 4) y 49.1 t/ha (Avemex) (Cuadro 1). Únicamente la variedad de trigo TD 5 mostró un rendimiento estadísticamente inferior (27.2 t/ha), con respecto al resto de las variedades y especies evaluadas. En el caso de forraje seco, se observó una reducción promedio de 84.1 % del peso, en comparación con el forraje verde. Las variedades TD 4 (7.7 t/ha) y TD 3 (7.5 t/ha) mostraron los valores más altos de forraje seco; aunque fueron estadísticamente iguales a las variedades de avena que presentaron un promedio de 6.9 t/ha. Únicamente la variedad de trigo TD 5 registró un valor significativamente menor con 4.6 t/ha. Las especies y variedades utilizadas registraron similitud para la producción de forraje y la mayoría de ellas

superaron ampliamente el promedio de los últimos cinco años obtenido con forraje verde en Durango para trigo (29.4 t/ha) y avena (25.3 t/ha) (SIAP 2015).

Los análisis de laboratorio mostraron igualdad estadística para todas las variables, con valores que fluctuaron entre 17.3 % y 21.8 % en el caso de proteína. Lo anterior, se debió a la similitud de la calidad registrada entre especies y variedades debido a que la etapa de corte utilizada en el estudio es la recomendada en la obtención de una proporción mayor de proteína y baja en fibra (Ballet *et al.*, 2001). Se ha establecido que la etapa de embuche es la más recomendada para obtener la mejor calidad del forraje en avena (Espitia *et al.*, 2012). Los valores fluctuaron entre 11.6 % y 13.4 % para ceniza, lo cual puede considerarse que proveerá un aporte alto de minerales. El contenido de FDA (27.4 %-34.1 %) y FDN (entre 48.8 % y 53.2 %), mostró que la mayoría de los forrajes tienen valores aceptables de fibra y que podrían favorecer el consumo voluntario y digestibilidad del alimento. Los valores obtenidos en el presente estudio fueron inferiores a los registrados en otros estudios en los que los valores de FDN fueron de 62.2 % y para FDA 28.5 % (Beck *et al.*, 2009).

El contenido energético fluctuó entre 1.41 y 1.58 kcal/kg para energía neta de lactancia (EN_L); 1.39 y 1.62 kcal/kg para la energía neta de mantenimiento (EN_M) y 0.81 a 1.01 kcal/kg para la energía neta de ganancia (EN_G). Los valores obtenidos fueron

similares a los registrados en otro estudio realizado con trigo, en el caso de EN_M (1.46 kcal/kg) y EN_G (0.86 kcal/kg) (Beck *et al.*, 2009). Al igual que la avena, cortada en la etapa de embuche, las variedades de trigo TD3, TD 4 y TD5 representan una opción para obtener forraje verde y henificado, durante la época seca del año. La etapa de corte influyó de manera significativa en la calidad del forraje de avena y trigo, por lo que es necesario recalcar este aspecto el cual se descuida en Durango. En esta entidad se considera que el forraje de los cereales se debe cosechar en la etapa de grano masoso-lechoso, donde se observa reducción del contenido de proteína y aumento de las fibras, por la lignificación de los tallos.

CONCLUSIONES

Existen varias opciones para incrementar la competitividad agropecuaria de Durango mediante la producción de forraje de trigo y avena durante el invierno e inicio de la primavera.

En el caso de trigo sobresalieron las variedades TD3 y TD4 y en avena Avemex y Turquesa. La utilización de estas variedades de trigo y avena son opciones viables para incrementar el rendimiento y la calidad de los forrajes producidos en la época de invierno en Durango.

El corte en la etapa de embuche proporcionó forraje de alta calidad en todas las especies y variedades evaluadas.

Cuadro 1. Rendimiento y calidad de forraje en especies y variedades utilizadas para la producción de forraje en Durango, Dgo. 2014-2015.

| Variedad | ¹ FV (t/ha) | FS (t/h) | Proteína (%) | Ceniza (%) | FDA (%) | FDN (%) | EN _L kcal/kg | EN _M kcal/kg | EN _G kcal/kg |
|---------------------|---------------------------|------------------|-----------------|---------------|------------|------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Turquesa | 44.9 ^a | 6.9 ^a | 17.6 | 11.6 | 32.0 | 52.8 | 1.47 | 1.46 | 0.87 |
| Avemex | 49.1 ^a | 6.9 ^a | 17.9 | 13.2 | 34.1 | 48.8 | 1.41 | 1.39 | 0.81 |
| TD3 | 47.3 ^a | 7.5 ^a | 21.8 | 13.0 | 27.4 | 53.0 | 1.58 | 1.62 | 1.01 |
| TD4 | 42.3 ^a | 7.7 ^a | 17.3 | 13.4 | 32.9 | 53.2 | 1.44 | 1.43 | 0.85 |
| TD5 | 27.2 ^b | 4.6 ^b | 17.9 | 12.5 | 31.3 | 52.6 | 1.49 | 1.49 | 0.89 |
| Promedio | 42.2 | 6.7 | 18.5 | 12.7 | 31.5 | 52.6 | 1.48 | 1.48 | 0.88 |
| ² CV (%) | 19.2 | 19.8 | 6.1 | 4.9 | 6.3 | 11.7 | 3.48 | 4.53 | 6.34 |

¹FV=forraje verde, FS= forraje seco, FDA= fibra detergente ácido, FDN= fibra detergente neutro, EN_L= energía neta de lactancia, EN_M= energía neta de mantenimiento y EN_G= energía neta de ganancia. ²CV= coeficiente de variación. ^{a-b}Letras diferentes en cada columna muestra diferencias significativas entre variedades.

LITERATURA CITADA

Ball, D.; M. Collins; G. Lacefield; N. Martin; D. Merstens; K. Olson; D. Putnam; D. Undersander; M. Wolf. 2001. Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication 1-01. Park Ridge IL. 17 p.

Beck, P. A.; C. B. Stewart; H. C. Gray; J. L. Smith; S. A. Gunter. 2009. Effect of wheat forage maturity and preservation method on forage chemical composition and performance of growing calves fed mixed diets. *J. Anim. Sci.* 87: 4133-4142.

Espitia R., E.; H. E. Villaseñor M.; R. Tovar G.; M. de la O O.; A. Limón O. 2012. Momento óptimo de corte para rendimiento y calidad de variedades de avena forrajera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3(4): 771-783.

López H., J.; R. Rosales S.; R. Jiménez O.; O. G. Núñez M.; S. Arellano A.; A. Castillo R. 2012. Potencial forrajero de cereales de grano pequeño en riego, ciclo otoño-invierno, Durango, México. Memoria del XXIV Congreso Nacional y IV Internacional de Fitogenética. Monterrey, N. L. México. p. 77.

Núñez M., O. G.; R. Rosales S.; J. López H.; R. Jiménez O.; S. Arellano A. 2012. Rendimientos de avenas forrajeras en riego con dos niveles de fertilización, ciclo otoño-invierno, Durango, México. Memoria del XXIV Congreso Nacional y IV Internacional de Fitogenética. Monterrey, N. L. México. p. 78

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015. Cierre de producción por estado, ciclo otoño-invierno. (Disponible en <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>.) Consultado el 20 de junio de 2015.

PASTA DE HIGUERILLA COMO SUPLEMENTO DE BAJO COSTO PARA NOVILLOS EN CONDICIONES DE PASTOREO**CASTOR BEAN MEAL AS A LOW-COST SUPPLEMENT FOR GRAZING STEERS**

Pablo A. Domínguez-Martínez^{1*}, Rafael Jiménez Ocampo¹, César F. Galindo Villanueva¹ y Rigoberto Rosales Serna¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícola y Pecuarías – Campo Experimental Valle del Guadiana, Carretera Durango-El Mezquital kilómetro 4.5, Durango, Dgo. C.P. 34170. *dominguez.pablo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Un área de oportunidad para la higuierilla (*Ricinus communis*) es la utilización de la pasta residual como fuente proteica para la alimentación animal. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de bovinos en condiciones de pastoreo, suplementados con pasta de higuierilla. Se utilizaron 50 bovinos machos con un promedio de 222.10 kg de peso vivo, los cuales fueron alimentados en condiciones de pastoreo y suplementados con uno de tres tratamientos, aplicado a razón de 1.00 kg por animal, cada tercer día. El primer tratamiento se suplementó con pasta de canola, el segundo con pasta de higuierilla y el tercero con granos secos de destilería(GSD). El experimento tuvo una duración de 80 días (20 días de adaptación y 60 días de período experimental). Durante el periodo experimental los animales se pesaron tres veces en intervalos de 20 días. Los animales suplementados con GSD fueron más pesados que los otros grupos experimentales a los 20 y 60 (311.28 y 372.23 kg de peso vivo, respectivamente) días. Los pesajes de los días 20 y 60 no revelaron diferencias significativas entre el grupo de Canola e Higuierilla. A los 40 días de periodo experimental no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos. Suplementar 1 kg de pasta de higuierilla cada tercer día permite alcanzar ganancias diarias de peso similares a aquellas de animales suplementados con ingredientes comúnmente utilizados en la alimentación animal. Además, significa una reducción de 2.30 y 3.80 pesos/kg (GSD y pasta de canola, respectivamente) en el costo del suplemento.

Palabras clave: *Ricinus communis*, proteína, praderas irrigadas, ganancia diaria de peso, peso vivo.

ABSTRACT

An opportunity for castor bean (*Ricinus communis*) is the utilization of its residual cake as protein source for animal feed. The objective of this study was to evaluate the productivity of grazing beef supplemented with castor bean cake. Fifty grazing steers with an average weight of 222.10 kg and supplemented with one of three treatments (given at a rate of 1 kg per head every other day) were used. The first treatment consisted in supplementing canola meal, the second was castor bean meal and the third was dried distillery grains (DDG's). The experiment lasted 80 days (20 day adaptation period and a 60 day experimental period). During the experimental period all of the animals were weighed three times in 20 day intervals. Animals supplemented with DDG's were heavier (311.28 and 372.23 kg, respectively) 20 and 60 days after the start of the experimental period. Weights on days 20 and 60 of steers supplemented with canola or castor bean did not reveal any statistical differences. At day 40 of the experimental period no differences were observed among treatments. Supplementing 1 kg of castor bean cake every other day allows weight gains similar to those of animals supplemented with traditional feed stuffs. Additionally, it means a reduction of 2.30 and 3.80 pesos/kg (DDG's and canola meal, respectively) in the cost of the supplement.

Key words: *Ricinus communis*, protein, irrigated pastures, daily weight gain, live weight.

INTRODUCCIÓN

Ricinus communis, comúnmente conocida como higuerilla, es una planta silvestre ampliamente distribuida en México (López-Guillén *et al.*, 2013). A pesar de ello, en gran parte del país se carece de recomendaciones para su cultivo, uso de la planta y sus residuos. Una de las áreas de oportunidad más grandes para la higuerilla es la utilización de la pasta residual como fuente proteica para la alimentación animal (Galindo *et al.*, 2013). Sin embargo, aún hace falta realizar investigación sobre el uso de la pasta de higuerilla y el comportamiento animal al consumirla. Agregar valor a la pasta residual de higuerilla, puede contribuir al éxito de la producción de biocombustible a partir de la higuerilla en México. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo de bovinos en condiciones de pastoreo y

suplementados con pasta residual de higuerilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento de suplementación en ganado bovino bajo condiciones de pastoreo en praderas irrigadas. El trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del Campo Experimental Valle del Guadiana, ubicado en la ciudad de Durango, Dgo. El sitio experimental se encuentra ubicado en el km 4.5 de la carretera Durango-El Mezquital, a los 23° 59' 21" N, 104° 37' 33" O y una altitud de 1,877 m. El experimento tuvo una duración de 80 días (20 días de adaptación y 60 días de período experimental). Los animales estuvieron en pastoreo continuo en praderas irrigadas de clima templado. En el cuadro 1 se muestran las especies y proporciones en las que se sembró cada especie dentro de las praderas.

Cuadro 1. Composición botánica y densidad de siembra de las especies forrajeras utilizadas en las praderas experimentales.

| Especie | Variedad | % | kg/ha |
|--|----------|--------|-------|
| Ryegrass perene (<i>Lolium perenne</i>) | Bargala | 50.00 | 20.00 |
| Ryegrass anual (<i>Lolium multiflorum</i>) | Maximus | 30.00 | 12.00 |
| Festuca Alta (<i>Festuca arundinacea</i>) | Fawn | 5.00 | 2.00 |
| Orchard (<i>Dactylis glomerata</i>) | Potomac | 5.00 | 2.00 |
| Bromo (<i>Bromus willdenowii</i>) | Matua | 5.00 | 2.00 |
| Trébol (<i>Trifolium repens</i>) | Blanco | 5.00 | 2.00 |
| Total | | 100.00 | 40.00 |

Un total de 50 bovinos machos de 222.07 kg en promedio, se dividieron en tres grupos. Se evaluaron tres tratamientos de suplementación, proporcionados cada tercer día a razón de un kilo por animal. El primer tratamiento (Canola) contaba con 17 animales, el segundo tratamiento (Higuerilla) tenía 19 animales y 14 animales recibieron el tercer tratamiento (GSD). La composición química de cada suplemento se presenta en el cuadro 2. Todos los animales

tuvieron agua a libre acceso y en los bebederos se agregó regularmente un atimpánico para la prevención de timpanismo. No se agregaron promotores de crecimiento en los suplementos utilizados durante el estudio. Los animales se pesaron al inicio de la fase de adaptación y al final de la misma. Durante el periodo experimental los animales se pesaron tres veces en intervalos de 20 días.

Cuadro 2. Composición química de los suplementos utilizados en los tratamientos experimentales.

| Componente ¹ | Higuerilla | GSD | Canola |
|-------------------------|------------|-------|--------|
| PC % | 27.95 | 27.81 | 31.20 |
| FC % | 29.42 | 6.25 | 13.30 |
| FDN % | 66.81 | 55.46 | 27.20 |
| FDA % | 53.62 | 27.43 | 17.00 |
| EE % | 18.59 | 30.09 | 3.47 |
| Ca % | 0.70 | 0.26 | 0.70 |
| P % | 0.90 | 0.83 | 1.70 |

¹Los valores de cada componente están expresados como porcentaje de la materia seca de cada suplemento. PC = proteína cruda, FC = fibra cruda, FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácido, EE = extracto etéreo, Ca = calcio y P = fósforo.

La pasta proteica de higuerilla se detoxificó utilizando la metodología propuesta por Jiménez y colaboradores (2013). Brevemente, la pasta de higuerilla se humedeció hasta alcanzar el 30% de humedad y posteriormente fue envasada en costales de manta. Los costales fueron acomodados dentro de una autoclave comercial (capacidad para 4 t) y esterilizados a una temperatura de 121°C durante 15 minutos a 1 atmósfera de presión. Finalmente la pasta se retiró de la autoclave y costales para secarse al sol durante 24 horas. La metodología de detoxificación descrita anteriormente garantiza la reducción de ricina y RCA₁₂₀ a niveles por debajo del 1% en la pasta de higuerilla. Con ello se logran niveles seguros para su utilización en la alimentación animal.

El análisis de varianza de los datos se obtuvo con un diseño completamente aleatorio haciendo uso del procedimiento GLM del paquete estadístico SAS® (SAS Institute, Inc., Cary NC). Cuando se encontraron diferencias estadísticas, la comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al término de los primeros veinte días del periodo experimental se observaron diferencias significativas en el peso vivo

promedio de los grupos experimentales (Cuadro 3). Los animales del tratamiento GSD resultaron ser los más pesados (311.28 kg) y aquellos del tratamiento Higuerilla los más livianos (264.89 kg), mientras que los que consumieron pasta de canola tuvieron pesos intermedios (277.11 kg) en comparación a los otros dos tratamientos. Las diferencias entre el grupo que consume Canola e Higuerilla, no fueron estadísticamente significativas. Los animales suplementados con GSD ganaron más peso por día (2.09 kg) en comparación con los otros dos grupos de animales (Higuerilla–1.50 kg/día; Canola–1.42 kg/día).

Aunque numéricamente los animales del grupo GSD resultaron más pesados (333.23 kg) después de 40 días del periodo experimental, las diferencias no fueron estadísticamente significativas con respecto a los otros dos tratamientos (Cuadro 3). Tampoco se presentaron diferencias significativas entre los animales suplementados con Canola e Higuerilla (304.88 y 291.63 kg, respectivamente). En lo que a las ganancias diarias de peso se refiere, no se observaron diferencias entre tratamientos.

Sesenta días después de iniciada la fase experimental, se observó que los animales suplementados con GSD fueron más pesados

y ganaron más peso día⁻¹ que los otros dos grupos experimentales. Entre los animales consumiendo pasta de canola y pasta de

higuerilla no se observaron diferencias significativas para peso vivo y gdp.

Cuadro 3. Peso vivo y ganancias diarias de peso de los grupos experimentales durante 60 días de periodo experimental.

| <i>Primer pesaje de la fase experimental (20 d)</i> | | | | |
|--|-------------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| | <i>Peso vivo</i> | <i>EE</i> | <i>gdp (kg)</i> | <i>EE</i> |
| Canola | 277.118 ± 32.08 ^{ab} | 7.78 | 1.429 ± 0.30 ^b | 0.07 |
| Higuerilla | 264.895 ± 29.62 ^b | 6.79 | 1.505 ± 0.28 ^b | 0.06 |
| GSD | 311.286 ± 73.59 ^a | 19.67 | 2.093 ± 0.47 ^a | 0.12 |
| <i>Segundo pesaje de la fase experimental (40 d)</i> | | | | |
| | <i>Peso vivo</i> | <i>EE</i> | <i>gdp (kg)</i> | <i>EE</i> |
| Canola | 304.882 ± 35.67 ^a | 8.65 | 1.322 ± 0.27 ^a | 0.06 |
| Higuerilla | 291.632 ± 31.13 ^a | 7.14 | 1.273 ± 0.36 ^a | 0.08 |
| GSD | 333.231 ± 76.62 ^a | 21.25 | 1.436 ± 0.48 ^a | 0.134 |
| <i>Tercer pesaje de la fase experimental (60 d)</i> | | | | |
| | <i>Peso vivo</i> | <i>EE</i> | <i>gdp (kg)</i> | <i>EE</i> |
| Canola | 335.294 ± 35.16 ^{ab} | 8.52 | 1.448 ± 0.28 ^b | 0.06 |
| Higuerilla | 326.632 ± 32.04 ^b | 7.35 | 1.667 ± 0.29 ^{ab} | 0.06 |
| GSD | 372.231 ± 78.25 ^a | 21.70 | 1.857 ± 0.44 ^a | 0.12 |

^{a-b} Literales diferentes por columna denotan diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$)

Los valores que se presentan son el promedio del grupo experimental y su desviación estándar. *EE* = error estándar.

Barros y colaboradores (2011) suplementaron vaquillas en pastoreo con 1 kg de suplemento día⁻¹. Los suplementos formulados contenían 0, 33, 67 y 100% de pasta de higuerilla (tratada con 60 g de cal kg⁻¹) en sustitución de pasta de soya y se compararon contra animales consumiendo únicamente forraje y suplemento mineral. Se encontró que los animales consumiendo el suplemento tuvieron gdp mayores en comparación con el testigo (forraje + minerales), sin presentar diferencias entre suplementos con cantidades crecientes de pasta de higuerilla. Concluyeron que la inclusión de pasta de higuerilla no afecta el comportamiento productivo de los animales; sin embargo, se vio afectada la utilización de los nutrimentos. En el presente estudio encontramos que los animales del

tratamiento Higuerilla no presentaron problemas digestivos y su comportamiento productivo fue similar al de aquellos suplementados con canola. Sin embargo, el comportamiento de los animales del tratamiento GSD fue superior al del grupo de Higuerilla. Quizá, en comparación con los granos secos de destilería, la pasta de higuerilla reduce la eficiencia con la que se utilizan los nutrientes y por ello las diferencias en peso y ganancias diarias.

En un experimento similar al presente se utilizaron toretes Charolais de registro en condiciones de pastoreo (pradera irrigada de clima templado); un grupo de animales se suplementó con ensilaje de maíz y 1 kg de pasta de higuerilla/animal, mientras que al segundo grupo no se le proporcionó

suplemento alguno (Jiménez *et al.*, 2013). Los animales suplementados con silo y pasta de higuerilla ganaron 1.5 kg día⁻¹, mientras que el grupo testigo únicamente ganó 900 gramos día⁻¹. En nuestro estudio se encontraron ganancias diarias de peso similares con la suplementación de únicamente 1 kg de pasta de higuerilla cada tercer día.

Se ha sustituido pasta de soya por pasta de higuerilla (tratada con 60 g de cal kg⁻¹) hasta en un 100% en dietas de ganado (Cebú x Holstein) en corrales de engorda, sin encontrar diferencias significativas en los rendimientos de la canal y de los cortes tradicionales en Brasil (Diniz *et al.*, 2010).

La pasta de higuerilla representa una fuente de proteína de bajo costo (2.80 pesos/kg) en comparación con los otros dos ingredientes utilizados en éste estudio (5.10 pesos/kg de GSD y 6.60 pesos/kg de pasta de canola). Lo anterior implica una reducción importante en los costos de producción, sin sacrificar el comportamiento productivo de los animales, en comparación con la suplementación con pasta de canola.

CONCLUSIONES

La pasta de higuerilla detoxificada mediante un tratamiento térmico, no tiene efectos negativos en la salud de los animales. La suplementación de 1 kg de pasta de higuerilla cada tercer día permite alcanzar ganancias diarias de peso similares a aquellas de animales suplementados con pasta de canola. Sin embargo, aún hace falta realizar más investigación sobre el uso de la pasta de higuerilla en la alimentación de ganado de carne y como se utilizan sus nutrientes durante el proceso digestivo.

LITERATURA CITADA

Barros, L.V., M.F. Paulino, E. Detmann, S.V. Filho, S.A. Lopes, A.A. de Rocha,

E.E.L. Valente y D. M. de Almeida. 2011. Replacement of soybean meal by treated castor meal in supplements for grazing heifer during the dry-rainy season period. *R. Bras. Zootec.*40:843-851.

Diniz, L.L., S.C. Valadares Filho, J.M.S. Campos, R.F.D. Valadares, L.D. da Silva, J.P.I.S. Monnerat, P.B. Benedeti, A.S. de Oliveira y D.S. Pina. 2010. Effects of castor meal on the growth performance and carcass characteristics of beef cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23:1308-1318.

Galindo V., C. F.; R. Jiménez O.; J. N. Rubio V.; R. Rosales S.; O. Limones B.; B. Sánchez T. 2013. Avances de investigación: efecto de la alimentación de ganado bovino con pasta de higuerilla en Durango, México. *Memorias del XXXVIII Congreso Nacional de Buiatría*. Acapulco, México. pp. 523-528.

Jiménez O., R.; R. Rosales S.; J. A. Rodríguez G. 2013b. Pasta proteica detoxificada de higuerilla en la alimentación animal. Folleto Técnico Núm. 64. INIFAP-CIRNOC- Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Méx. 20 p.

López-Guillén, G., Gómez-Ruiz, J., Barrera, J. F., Herrera-Parra, E., Hernández-Arenas, M., Bravo Mosqueda, E., Solís-Bonilla, J. L. y Zamarripa-Colmenero, A. 2013. Artrópodos asociados a higuerilla (*Ricinus communis* L.) en el sur de México. SAGARPA-INIFAP-CIRPAS. Campo Experimental Rosario Izapa, Folleto Técnico Núm. 28. Tuxtla Chico, Chiapas, México. 70 p.

SAS Institute, Inc. 2006. SAS/STAT 9.0 user's guide. SAS Institute, Inc., Cary, NC.

CLASIFICACION VEGETAL DE SIERRA RICA, MANUEL BENAVIDES, CHIHUAHUA

CLASIFICATION OF SIERRA RICA VEGETATION, MANUEL BENAVIDES, CHIHUAHUA

Alicia Juárez^{1*}, Aarón González¹, Kimberly Alcalá¹, Alicia Melgoza¹ y Carmelo Pinedo¹

¹Departamento de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Francisco R. Almada Km. 1 Chih. Méx. C. P. 33820. *jupe-8@hotmail.com

RESUMEN

Sierra Rica es una isla de montaña que presenta mosaicos de vegetación conspicuos de relevancia para la investigación en la valoración de los servicios ecosistémicos. La clasificación por medio de SIG dio como resultado cinco tipos de vegetación: bosque de pino (780 ha), bosque de encino (1640 ha), pastizal (550 ha), matorral desértico micrófilo (866 ha) y matorral desértico rosetófilo (628 ha). La clasificación en TWINSpan generó las asociaciones: *Pinus-Quercus*, pastizal, bosque de *Pinus*, *Rhus-Juniperus*, bosque de *Pinus-Quercus* y especies xéricas, pastizal y especies arbustivas de matorral desértico micrófilo, matorral desértico micrófilo, *Quercus-Alloysia-Bouteloua*, matorral de *Acacia constricta* y matorral de *Larrea tridentata*. La prueba de X^2 mostró una diferencia significativa entre grupos de vegetación y las especies presentes ($P < .0001$). La ordenación de las comunidades vegetales muestran la heterogeneidad de la zona y da una idea de cómo está cambiando la estructura y distribución de las comunidades y especies que las componen.

Palabras clave: Sierra Rica, clasificación, tipos de vegetación y asociación vegetal.

ABSTRACT

Sierra Rica is a sky isle with special vegetation important to study in order to quantify and maintain ecosystem services. The classification using GIS give as a result five vegetation types: pine forest (780 ha), oak forest (1640 ha), grassland (550 ha), desert microphilus scrub (866 ha) and desert rosetophilous scrub (628 ha). Classification with TWINSpan generated four main vegetation groups and the associations: *Pinus-Quercus*, grassland, pine forest, *Rhus-Juniperus*, *Pinus-Quercus* forest and xeric species, grassland with desert shrubs species, desert microphilus scrub, *Quercus-Alloysia-Bouteloua*, *Acacia constricta* shrub land and *Larrea tridentata* shrub land. The X^2 test showed significant differences among groups and species ($P < .0001$). Vegetation ordination represents the heterogeneity of the area; also give an idea of the structure and distribution of the communities and the species at each one.

Key words: Sierra Rica, classification, vegetation types and plant association.

INTRODUCCIÓN

Sierra Rica se ubica en la parte noroeste del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena (APFFCSE), y es considerada la zona de preservación (SEMARNAT, 2013). Esta sierra es una isla de montaña que alberga varios tipos de vegetación que forman un mosaico heterogéneo de diversidad vegetal. Esta zona forma parte del Corredor Biológico Maderas del Carmen-Cañón de Santa Elena-Big Bend National Park.

En las planicies del DC existen montañas aisladas de elevada altitud sometidas a la fuerte influencia del desierto (Granados *et al.*, 2011). Estas zonas montañosas son un tipo de isla continental rodeada de valles desérticos con un clima diferente que actúan como barreras o puentes para nuevas especies (Warshall, 1995; CONABIO, 2014). Sierra Rica pertenece a un complejo de 40 islas de montaña entre las Rocky Mountains y las Sierras Madres

(McCormack *et al.*, 2009). Estas zonas se caracterizan por una gran variedad de paisajes y diversidad genética (Bataineh, 2004).

La clasificación facilita la manera de dividir los cambios en los factores abióticos a través del tiempo y los biológicos en grupos relevantes (Falco III, 2014). El análisis multivariado puede emplear diversos índices o estadísticas para medir el grado de agrupación de las entidades (Gauch, 1982). Otra herramienta para ordenar la vegetación de acuerdo a características bióticas y abióticas son los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para esta clasificación existen dos maneras la supervisada que se basa en conocimiento empírico y datos del lugar a estudiar y no supervisada donde el ordenamiento va de acuerdo a técnicas estadísticas y empíricas (Pedrotti, 2013).

Por lo anterior es importante conocer las comunidades vegetales para llevar a cabo mejores programas de manejo y conservación. Sin embargo, existe poca investigación acerca de la vegetación presente y su entorno. Por estos motivos el presente estudio muestra la estructura y distribución de los tipos de vegetación. La estructura de la vegetación se determinó por medio de una clasificación por análisis de conglomerados y distribución de los tipos de vegetación con SIG. El objetivo del presente estudio es clasificar la vegetación para definir los tipos de vegetación y las principales asociaciones vegetales presentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Sierra Rica ocupa una superficie de 4,464 ha dentro del APFFCSE en el municipio de Manuel Benavides, al noreste del estado de Chihuahua. La ubicación geográfica es 29° 07' 39.9"N 104° 10' 46.62"O y 29° 11' 36.86"N 104° 04' 26.10"O. La precipitación

media anual es de 570.71 mm y la temperatura media anual es entre 18 °C y 22 °C (SEMARNAT, 2013). La vegetación que domina la mayor parte de la zona es bosque de pino; sin embargo, se observa pastizal amacollado arborescente, pastizal mediano abierto y matorral desértico (COTECOCA, 1978; SEMARNAT, 2013).

Clasificación de la Diversidad Vegetal

Tipos de vegetación. La primera clasificación de vegetación de la Sierra Rica fue no supervisada a través de del SIG. Para esta clasificación se utilizó una imagen del satélite LANDSAT OLI 8 descargada de la U.S. Geological Survey con fecha del 26 de julio del 2013, por ser imagen libre de nubes. También se utilizó la serie V de INEGI escala 1:15000 de topografía para la elaboración del modelo digital de elevación y el polígono de Sierra Rica. Se confeccionó la clasificación con los programas IDRISI Selva © y ArcGis 10.1©.

Asociaciones vegetales. Para esta determinación la toma de datos se realizó con el método de punto de intercepción de líneas (Herrick *et al.*, 2009). Los datos recabados fueron presencia/ausencia de especies en cada metro a lo largo de una línea de 30 m de longitud. La ubicación de los sitios fue cada 100m de altitud de manera perpendicular a la pendiente, cada punto se georeferencio. Los datos de presencia/ausencia se sometieron a un filtro el cual consistió en la selección de especies con más de 0.5% de ocurrencia. Estos datos se sometieron a un análisis de conglomerados con el programa TWINSPAN (Two Way Indicator Species Analysis) versión 2.3 (Hill y Šmilauer, 2005). Para probar la efectividad de la clasificación del dendograma se elaboró una prueba de Chi-cuadrada (X^2), en la cual se parte de si existe asociación del grupo de vegetación (Grupo I, Grupo II, Grupo III y

Grupo IV) con las especies existentes y si existe diferencia entre grupos en cuanto a especies con el programa estadístico SAS 9.1.3 (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tipos de Vegetación

Como resultado de la clasificación no supervisada se obtuvieron cinco grupos de vegetación: bosque de encino, bosque de pino, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y pastizal (Figura 1). El bosque de encino se distribuye entre los cañones, laderas de exposición norte y este, ocupa una superficie de 1640 ha. El bosque de pino se observa con mayor distribución en zonas escarpadas, cañones y laderas de exposición oeste, ocupa 780 ha. El pastizal se ubica dentro de las zonas más altas en conjunto con el bosque de pinoy en pequeñas zonas bajas de exposición sur, abarca 550 ha. El matorral desértico micrófilo rodea toda la parte baja de la sierra, cubre 866 ha. El matorral desértico

rosetófilo ubica en una pequeña porción al suroeste de la zona, ocupa 628 ha.

Asociaciones vegetales

Se registró un total de 37 especies con valores de cobertura superiores a 0.5 %, de las cuales una es herbácea, 10 gramíneas, 16 arbustivas y 9 arbóreas. Las especies *Acacia constricta*, *Bouteloua curtipendula*, *Heteropogon contortus*, *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*, *Pinus remota*, *Quercus grisea*, *Q. oblongifolia* y *Viguiera stenoloba* presentan valores de ocurrencia mayor a 0.4%. Esto indica que son las que definieron en su mayoría los grandes grupos de la clasificación.

De acuerdo al dendograma (Figura 3) basado en presencia-ausencia de especies se obtuvieron cuatro grupos principales de vegetación: Grupo I, bosque de *Pinus-Quercus* y pastizal con dos asociaciones; Grupo II, bosque de coníferas con tres asociaciones; Grupo III, matorral desértico con tres asociaciones; Grupo IV, matorral de *Acacia* y *Larrea*.

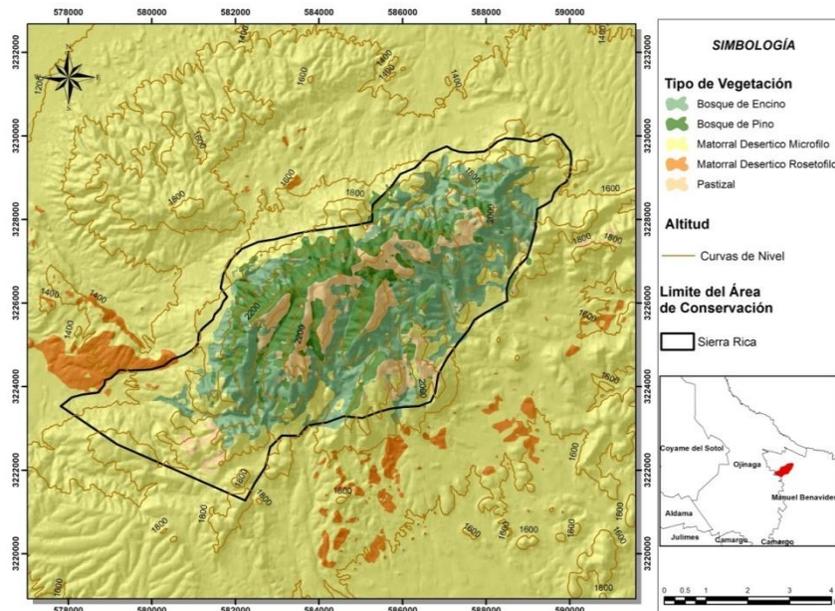


Figura 1. Tipos de vegetación de Sierra Rica, Manuel Benavides, Chihuahua, clasificación no supervisada.

Grupo I. Incluye 22 sitios dentro del bosque de pino-encino y pastizal a una altitud de 1750 a 2300 msnm. Las especies que lo representan son: *Pinus remota*, *Quercus grisea* y *Muhlenbergia spp.* Se presentan dos asociaciones: SUB IA, abarca nueve sitios dominados por la asociación de *Pinus-Quercus*. Las especies presentes son arbóreas y gramíneas: *Pinus remota*, *Quercus grisea* y *Q. oblongifolia* asociados con *Muhlenbergia spp.*, *Aristida divaricata*, *Juniperus deppeana*, *J. monosperma* y *Arbutus xalapensis*. SUB IIA, incluye 13 sitios a una altura de 1600 hasta 2200 msnm. Este subgrupo corresponde a pastizal con las especies de gramíneas como dominantes, sin embargo se asocian a especies arbustivas y arbóreas. Las especies dominantes son: *Muhlenbergia tenuifolia*, *M. montana*, *Bouteloua curtipendula*, *B. gracilis*, *Aristida adscencionis* y *Piptochaetium fimbriatum* asociadas a *Pinus remota*, *Quercus grisea*, *Q. oblongifolia*, *Juniperus deppeana*, *J. monosperma*, *Rhus virens*, *R. trilobata* y *Mahonia trifoliolata*.

Grupo II. Abarca 44 sitios a una altitud variable de 1700 a 2409 msnm conforman el bosque de coníferas con especies arbóreas de talla alta y arbustos. Este grupo presenta tres

subgrupos los cuales son: SUB IB, ocupa 13 sitios, corresponde a bosque de *Pinus* donde la especie dominante es el *Pinus remota*, se asocia con las especies *Quercus vaseyana*, *Q. arizonica*, *Q. pungens*, *Juniperus deppeana*, *J. monosperma*, *Rhus virens*, *R. trilobata*, *Agave havardiana*, *Nolina texana*, *Mahonia trifoliolata*, *Aristida adscencionis* y *Piptochaetium fimbriatum*. SUB IIB, este subgrupo se presenta como una asociación de *Rhus- Juniperus* ocupa siete sitios y se observa dentro del bosque de pino a una altitud de 1800 a 2000 msnm, las especies de esta comunidad son: *Rhus virens*, *R. trilobata*, *R. microphylla*, *Juniperus monosperma*, *J. deppeana*, *Quercus vaseyana*, *Q. oblongifolia*, *Mahonia trifoliolata* y *Bouteloua curtipendula*. SUB IIIB, esta comunidad presenta heterogeneidad de especies. La asociación *Pinus-Quercus* con especies xéricas a una altitud que varía de 1600 a 2000 msnm, ocupa 24 sitios. Las especies que lo componen son: *Pinus remota*, *Quercus oblongifolia*, *Q. pungens*, *Juniperus monosperma*, *Mimosa aculeaticarpa var. biuncifera*, *Acacia constricta*, *Fouquieria splendens*, *Alloysia wrightii*, *A. gratissima*, *Bouteloua curtipendula* y *Viguera cordifolia*.

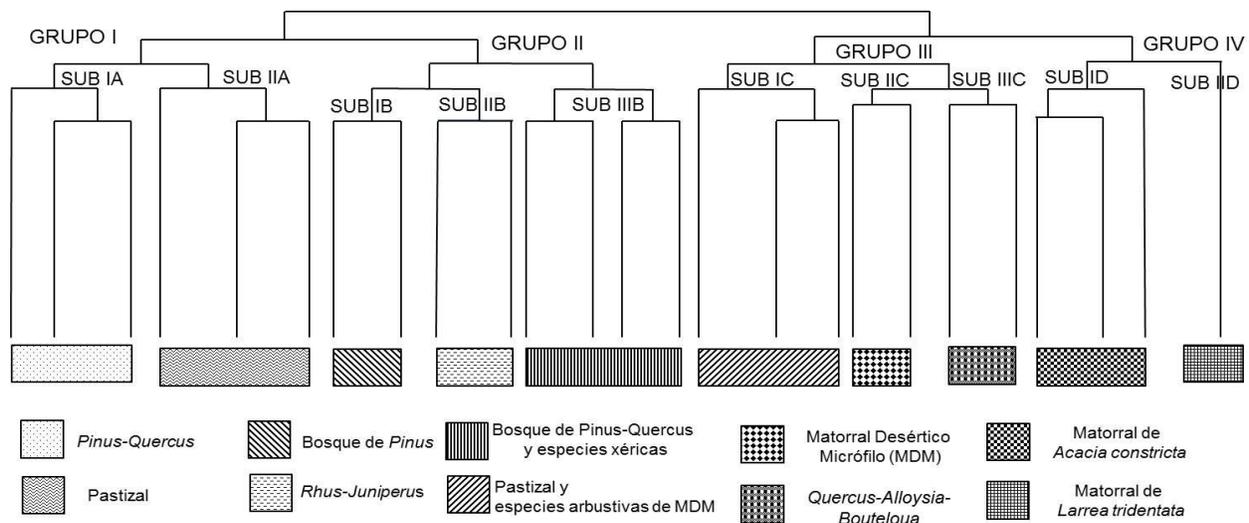


Figura 2. Dendrograma generado con TWINSpan. Clasificación de cuatro grupos principales y las asociaciones en cada uno.

Grupo III. Este grupo incluye 50 sitios en el matorral desértico, ocupa las áreas de altitud baja de la sierra de 1500 a 1900 msnm. Las especies que caracterizan a este grupo son: *Bouteloua curtipendula*, *Heteropogon contortus*, *Aristida divaricata*, *Alloysia gratissima*, *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*, *Acacia constricta* y *Viguería stenoloba*. Se presentan tres subgrupos: SUB IC, esta asociación lo conforman 19 sitios con especies de pastizal amacollado y MDM, se presenta a una altura de 1600 a 1900 msnm. Las especies dominantes son: *Alloysia gratissima*, *Acacia constricta*, *Fouquieria splendens*, *Dasyllirion leiophyllum*, *Quercus pungens*, *Agave havardiana*, *Heteropogon contortus*, *Bouteloua curtipendula* y *Viguería stenoloba*. SUB IIC, incluye 22 sitios dentro del matorral desértico micrófilo a una altitud de 1450 a 1700 msnm. Las especies que forman esta asociación son: *Alloysia wrightii*, *Rhus virens*, *Viguería stenoloba*, *Acacia constricta*, *Parthenium incanum*, *Fouquieria splendens*, *Heteropogon contortus*, *Bouteloua curtipendula* y *Agave havardiana*. SUB IIIC, esta asociación se presenta en nueve sitios a una altura de 1600 a 1800 msnm. Es un matorral de arbustos altos y árboles bajos, las especies principales que lo conforman son: *Quercus pungens*, *Alloysia wrightii*, *Bouteloua curtipendula*, *B. gracilis*, *Viguería stenoloba* y *Pinus remota*.

Grupo IV. Corresponde a matorral desértico conformado por 13 sitios. Las especies dominantes de este grupo son *Acacia constricta* y *Larrea tridentata*, se ubica en las partes más bajas de la sierra en donde colinda con los valles de vegetación desértica a una altura de 1400 a 1600 msnm. Se incluye dos asociaciones: SUB ID, corresponde al matorral de *Acacia constricta* con 11 sitios. Las especies presentes son: *Acacia constricta*, *Viguería stenoloba*, *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*, *Prosopis glandulosa*, *Alloysia wrightii*,

Fouquieria splendens, *Juniperus monosperma* y *Larrea tridentata*. SUB IID, incluye dos sitios ubicados en la parte sur de la sierra, en los ranchos La Cieneguita y Los Fresnos, a una altura de 1450 msnm. Las especies presentes son: *Larrea tridentata*, *Acacia constricta*, *Alloysia gratissima*, *Parthenium incanum* y *Prosopis glandulosa*.

Prueba de significancia de los grupos de vegetación

La prueba de X^2 mostro una diferencia entre grupos de vegetación y una dependencia entre las especies con los grupos ($P < .0001$), esto indica que la clasificación de los grupos mayores es significativa.

CONCLUSIONES

La clasificación de los tipos de vegetación y asociaciones vegetales muestran una variabilidad importante en la estructura y diversidad de las comunidades vegetales de Sierra Rica. Esta heterogeneidad indica los cambios fisiográficos y climáticos que ha sufrido la zona a través del tiempo. Sin embargo, estos cambios han dado lugar a nuevas formas de vida vegetal y zonas de características únicas.

La clasificación con SIG mostró la distribución aproximada de los cinco tipos generales de vegetación. Esta distribución indica que las comunidades vegetales de pino y encino están disminuyendo o fragmentándose y el matorral desértico micrófilo, aumenta su distribución a partes más altas. Se observó que la zona está sobre pastoreada, esto se une a los factores de cambio en la distribución de la vegetación.

TWINSPAN genero una clasificación de acuerdo a lo observado en campo. Define las asociaciones vegetales con la heterogeneidad de especies que presentan y sobresalen las especies que definen las comunidades de Sierra Rica.

Gráfica 1. Análisis de correspondencias simple, muestra la agrupación de las especies (L1-L37) con el grupo en asociación (G1-G4).

Esta información será de utilidad para los proyectos de conservación, restauración y manejo que se están y llevaran a cabo en la zona.

Se recomienda seguir con la investigación de las comunidades vegetales presentes en este tipo de ecosistema, la importancia ecológica y económica que resguardan es de relevancia. Esto por todos los servicios ecosistémicos que ofrece para la humanidad y la vida silvestre. Aunado a esto Sierra Rica pertenece a un Área Natural Protegida, por lo cual es de suma importancia su preservación y buen manejo.

LITERATURA CITADA

- Bataineh, M. M. 2004. Community classification in the Davis mountains sky islands: Ponderosa pine (*Pinus ponderosa* Laws) and adjacent communities. Masters of Science in Forestry. Universidad estatal Stephen F. Austin Texas, E.U.A. 71 p.
- CONABIO. 2014. La Biodiversidad en Chihuahua: Estudio de Estado. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. pp. 10-19.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Estudio para el Estado de Chihuahua. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F. pp. 147
- Falco III, G. A. 2014. Community classification of Piñon-Juniper vegetation in the four corner states. Tesis de Maestría. Northern Arizona University. E.U.A. 112 p.
- Gauch, H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press. Inglaterra. 298 p.
- Granados, S. D., A. Sanchez G., R. Linnx G. V. y A. Borja. 2011. Ecología de la vegetación del Desierto Chihuahuense. RCHSCFA. 17: 111-130.
- Hill, M. O. y P. Šmilauer. 2005. TWINSpan for Windows version 2.3. Guía de usuario. Centro de Ecología e Hidrología, Universidad de South Bohemia. 29 p.
- McCormack, J. E., H. Huang y L. L. Knowles. 2009. Sky Islands. En Encyclopedia of islands. R. G. Gillespie y D. A. Clague, eds. University of California, E.U.A. pp. 839-843.
- Pedrotti, F. 2013. Plant and vegetation mapping, Geobotany Studies. Springer-Verlag Berlín Heidelberg. Italia
- SEMARNAT. 2013. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena. 1ra ed. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D.F. 153 p.
- Warshall, P. 1995. The Madrean Sky Island Archipelago: A planet overview. University of Arizona. Tucson, AZ. pp. 6-18.

**PATRONES DE CRECIMIENTO DE CINCO GENOTIPOS DE PASTO BANDERITA
[*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.] BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**GROWTH PATTERNS OF FIVE SIDEOATS GRAMA [*Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr.]
GENOTYPES UNDER GREENHOUSE CONDITIONS**

Alan Álvarez Holguín¹, Carlos Raúl Morales Nieto^{1*}, Alicia Melgoza Castillo¹, J. Santos Sierra
Tristan² y Juan Ángel Ortega Gutiérrez¹

¹UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología Km 1 Perif. Francisco R. Aldama, CP 3103, Chihuahua, Chih., México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). *cnieto@uach.mx

RESUMEN

Uno de los aspectos más importantes a considerar cuando se planea una resiembra de pastos es la selección de la especie o variedad a utilizar. Sin embargo, existe poca información que ayude a determinarla. El objetivo fue evaluar los patrones de crecimiento de los genotipos Vaughn, Niner, El Reno, 689 y 592 de pasto banderita bajo condiciones semi-controladas en invernadero. Las variables evaluadas fueron producción de biomasa aérea (PBA), área foliar (AF), índice de concentración de clorofila (ICC) y tasa de crecimiento absoluto (TCA). Se realizó un análisis de tendencia para cada genotipo a través de las semanas mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. Los genotipos 689, 592, Niner, Vaughn y El Reno presentaron una TCA media de 0.45, 0.30, 0.32, 0.31 y 0.16 g día⁻¹, respectivamente. El genotipo 689 presentó la mayor PBA (P<0.05) con 27.11 g MS planta⁻¹, AF (P<0.001) con 770.48 cm² planta⁻¹ y TCA (P<0.05) con una media de 0.45 g planta⁻¹. De acuerdo a la evaluación de los patrones de crecimiento, el genotipo 689 expresó el mayor potencial para producir forraje. Además, se asume que de acuerdo a sus patrones de crecimiento este genotipo podría tolerar condiciones ambientales adversas.

Palabras clave: Aérea foliar, índice de concentración de clorofila, tasa de crecimiento absoluto.

ABSTRACT

An important aspect to consider in grasslands reseeding programs is the variety of the species to use. However, there is a lack of information to determine the proper variety to use in these programs. The aim of this study was to evaluate the growth patterns of sideoatsgrama grass genotypes: Vaughn, Niner, El Reno, 689 and 592, under greenhouse conditions. Variables evaluated included aerial biomass production (ABP), leaf area (LA), chlorophyll concentration index (CCI) and absolute growth rate (AGR). Data were analyzed with a tendencies analysis through the GLM procedure of the statistics program SAS. The genotypes 689, 592, Niner, Vaughn and El Reno presented an AGR average of 0.45, 0.30, 0.32, 0.31 and 0.16 g day⁻¹, respectively. The genotype 689 presented the highest ABP (P<0.05) with 27.11 g DMplant⁻¹ and the highest LA with 770.48 cm²plant⁻¹, in the tenth week. In addition, it also presented a higher AGR (P<0.05) with a mean of 0.45 g plant⁻¹. According to the growth patterns analysis, the genotype 689 expressed the greatest forage potential. In addition, this genotype could tolerate adverse environmental conditions based on its growth patterns.

Key words: Leaf area, chlorophyll concentration index, absolute growth rate.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el análisis de crecimiento para determinar diferencias fisiológicas entre variedades o genotipos de la misma especie han cobrado importancia para caracterizar y seleccionar genotipos de acuerdo a su potencial forrajero y requerimientos (Villar *et*

al., 2005). La resistencia a sequía y la producción de biomasa son aspectos importantes para la selección de la especie o variedad a utilizar en una resiembra. Sin embargo, existe poca información que ayude a seleccionar variedades adecuadas cuando se realizan programas de rehabilitación de

pastizales. Un aspecto importante para seleccionar un genotipo o variedad, es conocer su potencial de establecimiento. Este está altamente influenciado por las características de crecimiento, ya que valores altos en las tasas de crecimiento significan mayor crecimiento, tanto de biomasa aérea como en su sistema radical. Esto le permite a la planta capturar más recursos y facilitar su establecimiento en campo (James y Drenovsky, 2007). En zonas áridas, donde existe un rápido desecamiento de la parte superficial del suelo, esta característica es de suma importancia para el establecimiento de las plantas (Fernández *et al.*, 2002). Dentro de las especies claves en los pastizales del norte de México resalta la importancia del pasto banderita. Su amplia distribución, producción de forraje, alta aceptación por el ganado y buen valor nutricional, la convierten en una de las especies nativas más recomendadas y utilizada en programas de rehabilitación de pastizales. Además de sus características forrajeras, su hábito de crecimiento es de suma importancia para la infiltración de agua y retención de suelo (Morales *et al.*, 2009). Por lo anterior, el seleccionar variedades o genotipos de pasto banderita con altas tasas de crecimiento, los puede convertir en materiales más competitivos durante la etapa de establecimiento. El objetivo de la investigación fue evaluar los patrones de crecimiento de cinco genotipos de pasto banderita, bajo condiciones de invernadero para seleccionar los más sobresalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó bajo condiciones semi-controladas de invernadero en la Facultad de Zootecnia y Ecología (UACH). Las variedades comerciales de pasto banderita utilizadas fueron El Reno, Niner y Vaughn (procedentes de EU) y los genotipos 689 y 592 (procedentes de Chihuahua, México). Después de seis años de haber establecido 135 ecotipos recolectados en agostaderos del estado de Chihuahua, se seleccionaron estos dos últimos ecotipos. El ecotipo 689 fue recolectado en el km 68.5 carretera el Sauz - Namiquipa, en un pastizal amacollado. El ecotipo 592 se recolectó en el km 51 carretera de cuota Ojinaga-Chihuahua en un matorral de gobernadora (*Larrea tridentata*). Para homogeneizar se utilizó el término “genotipo” en las tres variedades comerciales (El Reno, Vaughn y Niner) y los dos ecotipos (689 y 592). El análisis de crecimiento se llevó a cabo a través de mediciones por periodos semanales durante 70 días a partir de la emergencia. En cada medición se utilizaron cinco repeticiones para cada genotipo. Para la siembra se utilizaron bolsas de plástico con una planta por recipiente. La siembra se realizó en bolsas provistas con arena para facilitar la extracción de raíces. Debido a la falta de nutrientes de la arena, se adicionaron 2 g por litro de agua del fertilizante triple 18 (18N-18P-18K) Hakaphos rojo marca Compo, al agua de riego y los riegos se proporcionaron a capacidad de campo. En cada periodo se midió cada una de las hojas de la planta y se aplicó la siguiente fórmula:

$$AF = L \times A \times C$$

Dónde: AF = área foliar, L = largo de la hoja, A = ancho de la hoja, C = 0.75 constante de ajuste por la forma irregular de

la hoja, recomendado para gramíneas (Wilhelm *et al.*, 2000).

Las muestras extraídas se secaron en una estufa marca Thelco a 65 °C durante 48 h. Para calcular la PBA y FR se pesó la raíz y biomasa aérea en una balanza analítica de la marca Viper BC, Mettler Toledo. El ICC se calculó con el medidor de clorofila Opti-

sciences CCM-200. Las mediciones se realizaron en la parte media de la hoja con un total de 10 hojas por planta.

La tasa de crecimiento absoluto (TCA) se calculó según la fórmula propuesta por Hunt (1798):

$$TCA = \frac{W2 - W1}{T2 - T1}$$

Para describir la tendencia del crecimiento en los genotipos de pasto banderita, se realizó un análisis de regresión a cada variable por genotipo. Los datos fueron

analizados mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (2006). Las variables se ajustaron a modelos lineales y cuadráticos de la forma:

$$W_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_{i1}X_j + \tau_i X_j + E_{ij} \quad W_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_{i1}X_j + \beta_{i2}X_j^2 + \tau_i X_j + \tau_i X_j^2 + E_{ij}$$

Dónde:

W_{ij} = Variable respuesta

β_{i1}, β_{i2} = Coeficientes de regresión lineal y cuadrático para la variable respuesta a través de las semanas, X_j .

τ_i = Efecto fijo del i -ésimo genotipo

E_{ij} = Error residual normal e independiente, distribuido con media 0 y varianza σ^2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento de biomasa aérea mostró una tendencia cuadrática ($P < 0.001$) y los coeficientes de determinación (R^2) fluctuaron entre 0.95 y 0.98. El análisis de tendencia de PBA mostró diferencias ($P < 0.05$) en el comportamiento de los genotipos a través de las semanas. El genotipo 689 presentó una tendencia de PBA superior a los demás genotipos con un rango desde 0.0017 hasta 27.11 g MS planta⁻¹. Las diferencias entre genotipos en el incremento de PBR se presentaron a partir de la sexta semana (Gráfica 1). Esto se puede corroborar en el término cuadrático de las ecuaciones. De los genotipos comerciales, Niner mostró el mejor comportamiento en PBA, seguida por Vaughn y El Reno. Estos resultados tal vez se deban a que las variedades Vaughn y Niner toleran ambientes más calientes como consecuencia de su lugar de origen, mientras que El Reno puede mostrar mayor producción de materia

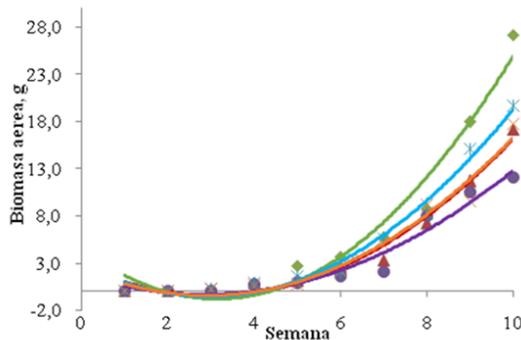
seca en ambientes templados (Corleto *et al.*, 2009). En un estudio reciente Morales *et al.* (2009) reportaron que el genotipo El Reno fue inferior cuando se evaluaron varios descriptores morfológicos y se comparó con genotipos de zacate banderita, procedentes de varios estados de la república mexicana.

El crecimiento de AF mostró una tendencia cuadrática ($P < 0.001$) y los coeficientes de determinación (R^2) fluctuaron entre 0.94 y 0.99. El análisis de tendencia mostró diferencias ($P < 0.01$) entre genotipos. El genotipo 689 presentó un AF superior a los demás genotipos con un rango desde 0.2 hasta 1541.1 cm²planta⁻¹, desde la primera hasta la décima semana (Gráfica 2). La mayor AF del genotipo 689 de zacate banderita podrían representar un mayor contenido de proteína, ya que esta especie se caracteriza por tener alto contenido de proteína en hojas (Veneciano *et al.*, 2004). De los genotipos comerciales, Vaughn fue el

que presentó mayor AF. Este genotipo presenta la característica de que una alta proporción de su biomasa aérea está constituida por hojas (Veneciano y Frigerio, 2003). Otras especies como zacate africano (*Eragrostis lehmanniana*) y rosado (*Melinis repens*) presentan un AF de hasta 100 y 250 cm², respectivamente (Carrillo *et al.*, 2009).

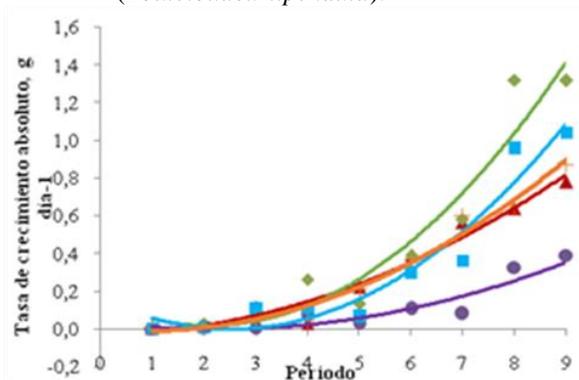
El incremento en el ICC mostró una tendencia lineal (P<0.001) y los coeficientes de determinación (R²) fluctuaron entre 0.67 y 0.95. El análisis de tendencia de ICC mostró diferencias (P<0.001) entre genotipos. El genotipo 689 presentó una tendencia de ICC superior a los demás genotipos con un rango desde 0.6 hasta 8.32 entre la primera y la última semana, respectivamente (Gráfica 3). El mayor ICC del genotipo 689 indica una mayor capacidad fotosintética, la cual está altamente

correlacionado con la producción de materia seca (Rodrigues *et al.*, 2006). La concentración de clorofila está relacionada con el contenido de nitrógeno en planta, ya que la mayor parte de este se encuentra en las moléculas de clorofila. También, el contenido de nitrógeno está correlacionado con la concentración de proteína en plantas, ya que gran parte de este es nitrógeno proteico (Rincón y Ligarreto, 2010). Por lo anterior, el genotipo 689 al presentar los mayores valores en el ICC, probablemente posea mayor potencial de producción de forraje y contenido de proteína que los otros genotipos. Por otro lado, las tendencias en el aumento de AF e ICC fueron similares. Esto probablemente se deba a que se ha demostrado que en gramíneas como *Pennisetum purpureum*, el incremento de pigmentos verdes en las plantas favorece el desarrollo foliar (Fortes *et al.*, 2010).



| | | |
|-----------|-----------------------------------|------------|
| ◆689= | $0.54836x^2 - 3.44480x + 4.51330$ | $R^2=0.96$ |
| ▲592= | $0.34612x^2 - 2.11375x + 2.69220$ | $R^2=0.97$ |
| +Vaughn= | $0.33684x^2 - 1.97333x + 2.35519$ | $R^2=0.96$ |
| ■Niner= | $0.40055x^2 - 2.36197x + 2.88820$ | $R^2=0.98$ |
| ●El Reno= | $0.25795x^2 - 1.46472x + 1.68058$ | $R^2=0.95$ |

Gráfica 1. Comportamiento de la producción de biomasa aérea de cinco genotipos de zacate banderita (*Boutelouacurtipendula*).

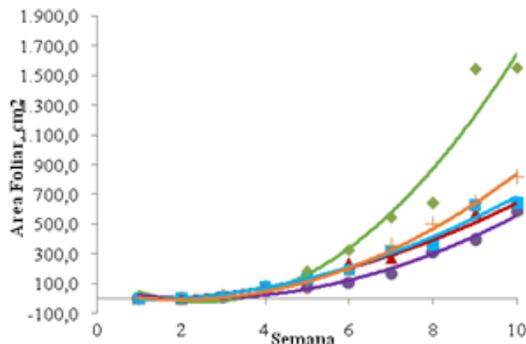


| | | |
|-----------|-----------------------------------|------------|
| ◆689= | $0.02940x^2 - 0.12363x + 0.14502$ | $R^2=0.92$ |
| ▲592= | $0.01026x^2 + 0.00134x - 0.02712$ | $R^2=0.96$ |
| +Vaughn= | $0.01367x^2 - 0.02302x - 0.00555$ | $R^2=0.97$ |
| ■Niner= | $0.02588x^2 - 0.13051x + 0.16223$ | $R^2=0.93$ |
| ●El Reno= | $0.00848x^2 - 0.02751x - 0.12363$ | $R^2=0.92$ |

Gráfica 2. Comportamiento de la tasa de crecimiento absoluto de cinco genotipos de zacate banderita (*Boutelouacurtipendula*).

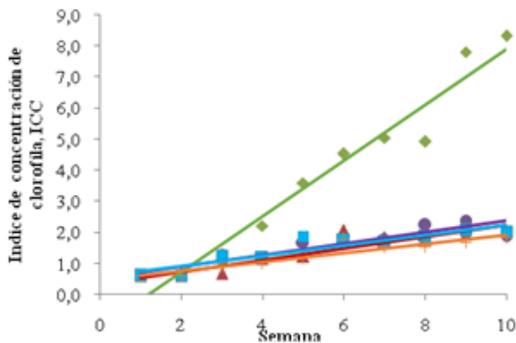
La TCA mostró una tendencia cuadrática ($P < 0.0001$), mientras que los coeficientes de determinación (R^2) en los cinco genotipos, variaron desde 0.92 hasta 0.97. Además, se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en el comportamiento de las tendencias de la TCA en los genotipos (Gráfica 4). El genotipo 689

presentó una tendencia de TCA superior a los demás genotipos y presentó una media de 0.45 g dia^{-1} (mínima de 0.004 g dia^{-1} y máxima de 1.31 g dia^{-1}). Esto puede significar una mayor capacidad este genotipo para producir forraje y biomasa radical en menor tiempo (Hunt, 1978; James, 2008).



| | | |
|-----------|--|------------|
| ◆689= | $30.27136x^2 - 154.00189x + 173.10836$ | $R^2=0.94$ |
| ▲592= | $7.54286x^2 - 10.13601x - 7.68235$ | $R^2=0.98$ |
| +Vaughn= | $13.25760x^2 - 53.07994x + 43.94738$ | $R^2=0.99$ |
| ■Niner= | $8.40051x^2 - 15.17881x - 0.95432$ | $R^2=0.97$ |
| ●El Reno= | $9.89892x^2 - 48.79541x + 57.80069$ | $R^2=0.98$ |

Gráfica 3. Comportamiento del área foliar de cinco genotipos de zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*).



| | | |
|-----------|-----------------------|------------|
| ◆689= | $0.89841 x - 1.06346$ | $R^2=0.95$ |
| ▲592= | $0.18753 x + 0.35973$ | $R^2=0.85$ |
| +Vaughn= | $0.14589 x + 0.46360$ | $R^2=0.87$ |
| ■Niner= | $0.16729 x + 0.57866$ | $R^2=0.83$ |
| ●El Reno= | $0.16364 x + 0.59848$ | $R^2=0.67$ |

Gráfica 4. Comportamiento del índice de concentración de clorofila de cinco genotipos de zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*).

CONCLUSIONES

El genotipo 689 presentó mayor producción de biomasa aérea y tasa de crecimiento absoluto. Esto podría significar que bajo las condiciones en la que se llevó a cabo el estudio, el genotipo 689 podría expresar mayor potencial productivo que el resto genotipos evaluados. Además, la producción de área foliar e índice de concentración de clorofila que presentó este genotipo pudieran darle el potencial para tener un forraje de

mayor calidad. Considerando los genotipos comerciales, Niner se pudiera utilizar en futuros programas de rehabilitación de pastizales. Esto debido a que mostró la mayor producción de biomasa aérea y tasa de crecimiento absoluto. Se recomienda evaluar el establecimiento, patrones productivos y de crecimiento de estos genotipos bajo condiciones de campo. Además, constatar estos resultados con un análisis proximal para conocer su valor

nutricional y poder recomendar el genotipo adecuado en futuros programas de revegetación de pastizales.

LITERATURA CITADA

- Carrillo, S.S. M.; M. T. Arredondo; E. Huber-Sannwald; R. J. Flores. 2009. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. *Técnica Pecuaria México* 47:299-312.
- Corleto, A.; E. Cazzato; P. Ventricelli; S. L. Cosentino; F. Gresta; G. Testa; M. Maiorana; F. Fornaro; D. De-Giorgio. 2009. Performance of perennial tropical grasses in different mediterranean environments in southern Italy. *Tropical Grasslands* 43:129-188.
- Fernández, R. J.; M. Wang; J.F. Reynolds (2002). Do morphological changes mediate plant responses to water stress? A steady-state experiment with two C4 grasses. *New Phytologist* 155:79-88.
- Fortes, R.S.D.; G.S. Herrera; R.M.A. García; M. A. Cruz. 2010. Comportamiento de los pigmentos fotosintéticos, según la edad de rebrote después del pastoreo de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 en la estación lluviosa. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 44: 427-431.
- Hunt, R. 1978. Plant growth analysis. *Studies in biology* no. 96. Edward Arnold Publishers. London, England.
- James, J. J. 2008. Effect of soil nitrogen stress on the relative growth rate of annual and perennial grasses in the Intermountain West. *Plant Soil* 310:201-210.
- James, J.J.; R. E. Drenovsky. 2007. A basis for relative growth rate differences between native and invasive forb seedlings. *Rangeland Ecology and Management* 60:395-400.
- Morales, N.C.R.; C. A. Quero; C.A. Melgoza; S.M. Salvador; G.P. Jurado. 2009. Diversidad forrajera del pasto banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.), en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México. *Técnica Pecuaria en México* 47:231-244.
- Rincón, C.A.; G.A. Ligarreto. 2010. Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11:122-128.
- Rodrigues, A.L.R.; R.T. Déleo; R.R. Andrade; F.C. V. Soares. 2006. Avaliação de características fisiológicas de cinco cultivares de *Cynodon*. *Acta Scientiarum*. 28: 245-250.
- Veneciano, J. H.; K. L. Frigerio. 2003. Efecto de la defoliación de primavera-verano sobre los rendimientos, composición de la materia seca y contenido proteico del material diferido de gramíneas megatérmicas. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 32: 5-15.
- Veneciano, J. H.; K.L. Frigerio; C. A. Frasinelli. 2004. Acumulación de forrajeras e indicadores de calidad de gramíneas perennes estivales fertilizadas. *Revista de la Facultad de Agronomía [La Pampa]* 15:43-55.
- Villar, R.; T. Marañón; J. L. Quero; P. Panadero; F. Arenas; H. Lambers. 2005. Variation in relative growth rate of 20 *aegilops* species (Poaceae) in the field: The importance of net assimilation rate or specific leaf area depends on the time scale. *Plant Soil* 272:11-27.
- Wilhelm, W. W.; F. Ruwe; M. R. Schlemmer. 2000. Comparison of three leaf area index meters in corn canopy. *Crop Science* 40:1179-1183.

PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE PASTOS NATIVOS BAJO RIEGO Y FERTILIZACIÓN EN EL NORTE DE MEXICO

NATIVE GRASS SEED PRODUCTION UNDER IRRIGATION AND FERTILIZATION IN NORTHERN MEXICO

Edith Sáenz Flores¹, Rubén Alfonso Saucedo Terán², Carlos Raúl Morales Nieto^{1*}, Pedro Jurado Guerra², Carlos Lara Macías², Alicia Melgoza Castillo¹ y Juan Ángel Ortega Gutiérrez¹.

¹UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología. Km 1 Perif. F. R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México.

²INIFAP-Campo Experimental Aldama. Km 33.3 Carretera Chihuahua-Ojinaga. Tel (614) 4-51-08-67, Fax 4-51-06-01, CP. 32910. *cnieto@uach.mx.

RESUMEN

Las malas prácticas antropogénicas en la ganadería han ocasionado una reducción en las áreas de pastizal. De las zonas áridas y semiáridas ubicadas en el norte de México, 37.5 millones de hectáreas requieren de algún tipo de revegetación. La principal limitante para esta práctica es la disponibilidad de semilla y su elevado costo. El objetivo de este estudio fue determinar el potencial de producción de semilla de tres especies de pastos nativos, con diferentes tratamientos de fertilización. El experimento se realizó bajo condiciones de riego durante el año 2013 en Aldama, Chihuahua. Los tratamientos fueron: 1) Testigo, 2) 120-60-00 (urea y monofosfato de amonio), dividido en dos aplicaciones, 3) 60-30-00 de urea y monofosfato de amonio, dividido en dos aplicaciones, 4) 60-30-00 de urea y monofosfato de amonio, dividido en dos aplicaciones + micorriza al momento de la siembra, 5) Compo 24-6-12 (36.66 kg de novatek y 82.5 kg de blaukorn) a la siembra, 6) Bioteksa 24-06-00 (24 L de BTK-N y 1 L de BTK-P) dividido en dos aplicaciones. La más alta producción de semilla en zacateas navajita y banderita (289 y 707 kg ha⁻¹), se obtuvieron con el tratamiento 120-60-00. Sin embargo, en zacate gigante la mejor producción (670 kg ha⁻¹) se obtuvo con el tratamiento 60-30-00+micorriza. En producción de forraje los mayores incrementos se obtienen al aplicar la fórmula 120-60-00 en los zacates navajita y banderita (3192 y 2813 kg MS ha⁻¹). Para zacate gigante con la aplicación de 60-30-00 se obtiene la más alta producción (7975 kg MS ha⁻¹).

Palabras clave. Especies nativas, tratamientos de fertilización, producción de semilla.

ABSTRACT

Bad anthropogenic practices as livestock caused a reduction in the areas of grassland. In arid and semi-arid lands in northern Mexico, 37.5 million hectares, require some type of revegetation. The main limitation to this practice is the availability of seed and high cost. The objective of this study was to evaluate seed production on three native grasses, under different fertilization treatments. Field work was conducted during 2013 at Aldama, Chihuahua. Treatments were: 1) Control, 2) 120-60-00 with urea and ammonium monofosphate divided in two applications, 3) 60-30-00 with urea and ammonium monofosphate divided in two applications, 4) 60-30-00 with urea and ammonium monofosphate divided in two applications, adding mycorrhiza applied when seeding, 5) Compo 24-6-12 (36.66 kg of novatek and 82.5 kg of blaukorn) applied when seeding, 6) Bioteksa 24-06-00 (24 L of BTK-N and 1 L of BTK-P) divided in two applications. The highest seed production in blue grama and sideoats grama grass (289 and 707 kg ha⁻¹), were obtained with treatment 120-60-00. In greensprangletop the highest production (670 kg ha⁻¹) was obtained with treatment 60-30-00 + mycorrhiza. The highest forage production (3192 and 2813 kg DM ha⁻¹) on blue grama and sideoats grama grass was obtained by the application of treatment 120-60-00. In greensprangletop the highest production (7975 kg DM ha⁻¹) was obtained with treatment 60-30-00.

Keywords. Native species, fertilization treatments, seed production.

INTRODUCCIÓN

En México alrededor de 107.8 millones de hectáreas de pastizal son dedicadas a la ganadería extensiva. Sin embargo, malas prácticas antropogénicas en la ganadería han ocasionado una reducción en estas áreas (SAGARPA, 2008; SEMARNAT, 2008). Se estima que alrededor del 85% de la superficie ubicada en las zonas áridas y semiáridas del norte de México, se encuentra en una condición que va de regular a pobre. De esta superficie, 37.5 millones de hectáreas requieren de algún tipo de revegetación. (Royo *et al.*, 2005; Sierra *et al.*, 2014). La implementación de un programa de resiembra permite la recuperación de estos pastizales. Además, el uso de gramíneas nativas puede incrementar la cantidad y calidad del forraje y lograr un impacto ecológico, al recuperar y conservar estos recursos (Morales *et al.*, 2008; PACP-Ch, 2011). Sin embargo, una de las principales limitantes para realizar una resiembra es la disponibilidad y el elevado costo de la semilla. En México cerca del 90% de las semillas forrajeras utilizadas en la resiembra de pastizales es importada a un costo elevado (Ramos y Espinoza, 1999). El estado de Chihuahua cuenta con la tecnología y potencial para la producción de semilla, siendo una buena opción el establecer lotes de producción con especies debidamente evaluadas y mejoradas. Además, el producir semilla de especies forrajeras previamente evaluados y seleccionados, garantiza la obtención de semilla de calidad y mejor establecimiento y persistencia a las condiciones de la región (Morales y Melgoza, 2010). También, el uso de fertilizantes incrementa la producción y calidad de semilla, sin embargo, es importante aplicar una fertilización adecuada para hacer un uso eficiente de los nutrientes. Por lo anterior, es importante evaluar los requerimientos de fertilización y la fuente de suministro adecuada para cada especie (FAO, 2000). El objetivo de este estudio fue determinar el

potencial de producción de semilla de tres especies de pastos nativos, con diferentes tratamientos de fertilización.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el área agronómica del Sitio Experimental Aldama del INIFAP, ubicado en el km 33.3 de la carretera Chihuahua-Ojinaga. El área de estudio cuenta con un clima seco, una altitud de 1000 msnm, una precipitación de 200-300 mm anuales y temperatura media anual de 18 a 20°C. El suelo es ligeramente alcalino (pH 8.1) y textura franco-arenosa. Los tratamientos evaluados fueron diferentes fertilizantes, donde el tratamiento 1 fue considerado como testigo (sin fertilizante). En el tratamiento 2 se utilizó una fuente granulada convencional con 120-60-00 (N-P-K), dividida en dos aplicaciones iguales de urea (N) y monofosfato de amonio (P). Para el tratamiento 3 se utilizó una fuente granulada convencional con 60-30-00, dividida en dos aplicaciones iguales de urea y monofosfato de amonio. En el tratamiento 4 se inoculó la semilla con micorriza y se utilizó una fuente granulada convencional con 60-30-00, dividida en dos aplicaciones iguales de urea y monofosfato de amonio. Para el tratamiento 5 se utilizó una fuente de liberación lenta con 24-06-12 en una sola aplicación al momento de la siembra con 36.66 kg de novatek y 82.5 kg de blaukorn. Para el tratamiento 6 se utilizó una fuente orgánica con 24-06-00, con dos aplicaciones de bioteksa-N y bioteksa-P. Los fertilizantes se aplicaron en parcelas de 4 x 3 metros (12 m²). Se evaluaron los zacates navajita variedad alma [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.], banderita variedad niner [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] y gigante variedad van horn [*Leptochloa dubia* (Kunth) Nees.]. La preparación de la cama de siembra consistió en barbecho, rastreo, nivelación y trazo de surcos con una separación de 80 cm. La siembra se efectuó

de forma manual el 16 de mayo de 2013, depositando la semilla en la parte media entre la cresta y el valle de cada surco. La densidad de siembra fue de 1.7, 5.0 y 3.0 kg de semilla pura viable ha^{-1} para los zacates navajita, banderita y gigante, respectivamente. Una vez efectuada la siembra, se procedió a aplicar el calendario de riegos, los cuales se efectuaron mediante aspersión, utilizando una lámina de 10 mm aproximadamente en cada riego y una frecuencia de dos días durante el primer mes y una frecuencia de cinco días en los meses posteriores, hasta completar el primer ciclo de crecimiento, el cual terminó en los primeros días del mes de octubre. Al momento de la siembra se aplicaron los tratamientos de fertilización. La segunda aplicación, en los tratamientos que así se requería, se efectuó a los 45 días posteriores a la fecha de siembra. Las variables evaluadas en cada uno de los tratamientos fueron: rendimiento de forraje y semilla. Los cortes para determinar producción de forraje y semilla en cada una de las especies, se realizaron cuando se observó más de un 70% en la madurez de la semilla. El análisis estadístico se llevó a cabo con base en un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones y la prueba de Tukey para la comparación de medias. Cada especie de pasto fue analizada por separado, de tal modo que no se efectuaron comparaciones entre ellas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra la producción de semilla (kg ha^{-1}) en las tres especies. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para el zacate navajita ($p < 0.05$), donde las mayores producciones de semilla las obtuvieron los tratamientos 2, 3 y 4, los cuales fueron estadísticamente iguales entre ($P > 0.05$) sí, pero diferentes al resto de los tratamientos. Al respecto, Beltrán *et al.* (2010) estimaron la producción de forraje y semilla en zacate navajita “Cecilia” en el

Campo Experimental San Luis Potosí del INIFAP, bajo condiciones similares a las del presente estudio y reportan una producción de semilla de 390 kg ha^{-1} . Dicha producción es superior a la obtenida en este estudio, tales diferencias puedan deberse a que la producción reportada en el presente estudio corresponde al primer año de producción.

Las mayores producciones de semilla en zacate banderita se obtuvieron en los tratamientos 2 y 5, los cuales resultaron estadísticamente iguales ($P > 0.05$) entre sí. Beltrán *et al.* (2013) estimaron la producción de forraje y semilla en zacate banderita “Diana”, en la región árida y semiárida de San Luis Potosí, bajo condiciones similares a las de este estudio, reportando una producción de semilla de 465 a 998.5 kg ha^{-1} . Estos rendimientos son congruentes con los obtenidos en este estudio.

En zacate gigante la mayor producción de semilla se obtuvo con los tratamientos 2, 3, 4 y 5, los cuales resultaron estadísticamente iguales ($P > 0.05$) entre sí. También, Joaquín *et al.* (2009) evaluaron el pasto guinea (*Panicum maximum*) y encontraron que al aplicar entre 100 y $150 \text{ kg de N ha}^{-1}$, se incrementa el rendimiento de semilla, debido a que tal vez el nitrógeno influye en el número, longitud de panículas y llenado de espiguillas. Lo anterior coincide con lo encontrado en este estudio, donde los tratamientos que contenían nitrógeno inorgánico, obtuvieron la más alta producción de semilla.

Los resultados de producción de forraje de las especies evaluadas (kg MS ha^{-1}) se muestran en el Cuadro 2. En zacate navajita las mayores producciones de forraje se obtuvieron con los tratamientos 2, 3 y 4, los cuales fueron estadísticamente iguales. Beltrán *et al.* (2010) reportaron producciones de forraje desde 5270 hasta $6210 \text{ kg MS ha}^{-1}$.

Esta producción es superior a la encontrado en este estudio, tal vez se deba a que Beltrán *et al.*, (2010) reportan producciones de lotes con varios años de establecidos.

En zacate banderita las mayores producciones de forraje corresponden a los tratamientos 2, 3 y 5, los cuales fueron estadísticamente iguales ($P>0.05$) entre sí. Beltrán *et al.* (2013) reportaron producciones

de forraje desde 6120 hasta 9850 kg MS ha⁻¹, las cuales son superiores a las de este estudio. Este comportamiento se puede atribuir al hecho de que durante el primer año las plantas utilizan la mayor parte de sus nutrientes para su crecimiento y establecimiento en campo. En zacate gigante la mayor producción de forraje, corresponde a los tratamientos 3, 4 y 5, los cuales fueron estadísticamente iguales ($P>0.05$) entre sí.

Cuadro 1. Producción de semilla (kg ha⁻¹) con diferentes fuentes de fertilización en lotes productores de semilla de zacates nativos. 2013.

| Tratamiento | <i>Bouteloua gracilis</i> | <i>Bouteloua curtipendula</i> | <i>Leptochloa adubia</i> |
|----------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | (Kg ha ⁻¹) | | |
| 1-testigo | 181 ^b | 451 ^b | 416 ^c |
| 2-120-60-00 | 289 ^a | 707 ^a | 568 ^{ab} |
| 3-60-30-00 | 243 ^a | 506 ^b | 578 ^{ab} |
| 4-60-30-00+micorriza | 264 ^a | 483 ^b | 670 ^a |
| 5- Compo 24-6-12 | 207 ^b | 549 ^{ab} | 565 ^{ab} |
| 6-Bioteksa 24-06-00 | 231 ^b | 475 ^b | 435 ^c |

^{abc} Literales diferentes en la misma columna indican diferencias ($P<0.05$) entre tratamientos.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el trabajo, los mayores incrementos en producción de semilla para zacate navajita y banderita, se obtienen al aplicar la fórmula 120-60-00. Sin embargo, en zacate gigante con la aplicación de 60-30-00 + micorriza, se

obtiene la más alta producción. En producción de forraje los mayores incrementos se obtienen al aplicar la fórmula 120-60-00 en los zacates navajita y banderita. Para zacate gigante con la aplicación del 60-30-00 se obtiene la más alta producción.

Cuadro 2. Producción de forraje (Kg MS ha⁻¹) con diferentes fuentes de fertilización en lotes productores de semilla de zacates nativos. 2013.

| Tratamiento | <i>Bouteloua gracilis</i> | <i>Bouteloua curtipendula</i> | <i>Leptochloa dubia</i> |
|----------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| | (Kg MS ha ⁻¹) | | |
| 1-testigo | 2052 ^c | 2111 ^b | 5872 ^b |
| 2-120-60-00 | 3192 ^a | 2813 ^a | 5442 ^b |
| 3-60-30-00 | 2693 ^{ab} | 2286 ^{ab} | 7975 ^a |
| 4-60-30-00+micorriza | 2938 ^a | 1911 ^b | 6753 ^{ab} |
| 5- Compo 24-6-12 | 2214 ^b | 2425 ^{ab} | 7020 ^{ab} |
| 6-Bioteksa 24-06-00 | 2014 ^c | 2013 ^b | 5363 ^b |

^{abc} Literales diferentes en la misma columna indican diferencias ($P<0.05$) entre tratamientos

La producción de semilla de pastos para su uso en resiembras de pastizal, puede ser una actividad productiva viable en el estado de

Chihuahua. A pesar de que las producciones corresponden al primer año, estos niveles son aceptables en las tres especies evaluadas.

Sin embargo, es necesario continuar evaluando los lotes de producción de semilla durante varios ciclos para determinar su productividad potencial.

LITERATURA CITADA

- Beltrán L., S.; C. A. García D.; J. A. Hernández A.; C. Loreto O.; J. Urrutia M.; L. A. González E.; H. G. Gámez V. 2013. "Banderilla Diana" *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. Rev Mex Cien Pecu. 4:217-221.
- Beltrán L., S.; C. A. García D.; J. A. Hernández A.; C. Loreto O.; J. Urrutia M.; L. A. González E.; H. G. Gámez V. 2010. "Navajita Cecilia" *Bouteloua gracilis* H.B.K (Lag.). Nueva variedad de pasto para zonas áridas y semiáridas. RevMex Cien Pecu. 1:127-130.
- FAO. 2000. Estrategias en materia de fertilizantes. Consultado en línea 15/06/2015. <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertstrs.pdf>.
- Joaquín T., B. M.; S. Joaquín C.; A. Hernández G.; J. Pérez P. 2009. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de semilla de pasto guinea. Téc. Pecu. Mex. 47:69-78.
- Morales N., C. R.; A. Melgoza C. 2010. Características productivas de zacates forrajeros importantes en el norte de México. Folleto Técnico No. 28. INIFAP-SAGARPA-Campo Experimental la Campana-Madera. Chihuahua, Méx. 51 p.
- Morales N., C. R.; R. A. Saucedo T.; P. Jurado G. 2008. Rancho Experimental la Campana 50 años de Investigación y Tránsito de Tecnología en Pastizales y Producción Animal: Rehabilitación y Mejoramiento de Pastizales. Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-Campo Experimental La Campana-Madera. Chihuahua, Méx. 213 p.
- PACP-Ch, 2011. Plan de acción para la conservación y uso sustentable de los pastizales del desierto Chihuahuense en el estado de Chihuahua 2011-2016. Consultado en línea 17/02/2014. http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pdf/PACP_chihuahua.pdf.
- Ramos G., J. L.; J. M. Espinoza G. 1999. Proyecto nacional de producción de semillas forrajeras. Despegable Informativo No. 7. INIFAP-IRNOC-Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Méx. 2 p.
- Royo, M., M. H; A. Melgoza; J. S. Sierra; R. Carrillo; P. Jurado; R. Gutiérrez; F. Echavarría. 2005. La salud de los pastizales medianos en los estados de Chihuahua y Zacatecas. Conferencia Magistral. II Simposio Internacional de Manejo de Pastizales. UAZ, INIFAP. Zacatecas, México.
- SAGARPA. 2008. Producción de carne en México. Consultado en línea 15/11/2014. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/estudio/carne.pdf>.
- SAS Institute Inc. 2006. SAS 9.1.3 User's guide. Cary, NC, USA.
- SEMARNAT. 2008. Programa hacia la igualdad de género y la sustentabilidad ambiental 2007-2012: Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. Consultado en línea 16/02/2015. http://www.semarnat.gob.mx/participacion/igualdaddegenero/Documents/Proigesa_m%20dummie.pdf.
- Sierra T., J. S.; M. H. Royo M.; E. Ronquillo. 2014. El zacate banderilla [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en Chihuahua. Folleto técnico No.48. INIFAP-SAGARPA-Campo Experimental La Campana-Madera. Chihuahua, Méx. 42 p.

RESPUESTA DE GERMINACIÓN EN DIFERENTES GENOTIPOS DE *Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr. BAJO ESTRÉS HÍDRICO

GERMINATION RESPONSE IN DIFFERENT GENOTYPES OF *Bouteloua curtipendula* (Mich.) Torr. UNDER HYDRIC STRESS

Raúl Corrales Lerma¹, Carlos Raúl Morales Nieto^{1*}, Alan Álvarez Holguín¹

¹UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología. Km 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México.

*cnieto@uach.mx.

RESUMEN

La escasa y errática de precipitación en zonas áridas y semiáridas de Chihuahua, es una barrera para el establecimiento de gramíneas que se incluyen en programas de rehabilitación. El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta de germinación en semilla de cinco genotipos de zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), sometidos a diferentes niveles de presión osmótica. Los genotipos utilizados fueron El Reno (Re), Niner (Ni), Vaughn (Va), ecotipo 689 (E-689) y ecotipo 592 (E-592). Como agente osmótico se utilizó manitol (C₆H₁₄O₆) diluido en agua destilada. Los niveles de presión osmótica fueron; 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 Mega-pascales (MPa). Las variables evaluadas fueron % germinación (% GE), índice de velocidad de germinación (Vge), longitud de radícula (LR) y longitud de plúmula (LP). Los datos se analizaron en SAS (2006) con el procedimiento GLM mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias con la prueba de Tukey. El ecotipo E-592 presentó la mayor resistencia al estrés hídrico, E-689 tuvo el mayor desarrollo en longitud de plúmula. E-592 y E-689 fueron sobresalientes en LR. Va fue superior a Re y Ni en todas las variables. Ni no logró germinar a -2.1 MPa. Por las características que presentaron E-592, E-689 y Va, pueden ser considerados para su inclusión en programas de rehabilitación de pastizales.

Palabras clave. Germinación, presión osmótica, genotipos de banderita.

ABSTRACT

The low and erratic rainfall in arid and semi-arid areas of Chihuahua, are an obstruction to establishment of grasses used in rehabilitation programs. The objective of this study was to evaluate the germination response of seven sideoatsgrama seeds genotypes (*Bouteloua curtipendula*) undergoing different osmotic pressure levels. The genotypes used were El Reno (Re), Niner (Ni), Vaughn (Va), ecotype 689 (E-689) and ecotype 592 (E-592). Mannitol as osmotic agent (C₆H₁₄O₆) diluted in distilled water was used. Osmotic pressure levels were; 0.0, -0.7, -1.4 and -2.1 Mega-Pascals (MPa). The evaluate variables were germination percentage (% GE), germination speed index (GSI), radicle length (RL) and plumule length (PL). Data were analyzed by SAS (2006) with the GLM procedure using analysis of variance (ANOVA) and means comparison with the Tukey test. Ecotype E-592 was who had the highest resistance to water stress, E-689 had the highest development plumule length. E-592 and E-689 were outstanding in LR. VA was above Re and Ni in all variables. Ni did not germinate under -2.1 MPa. By the features showed E-592, E-689 and Va, they can be considered for inclusion in grassland rehabilitation programs.

Keywords. Germination, osmotic pressure, sideoatsgrama genotypes.

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas representan cerca del 52 % del territorio mexicano (CONAZA, 1994; Townsend *et al.*, 2002). El desecamiento de la superficie del suelo en estos ecosistemas sucede con gran rapidez y esto reduce las tasas de germinación

(Dubreucq *et al.*, 2000; Esqueda *et al.*, 2005). La presión osmótica es un fenómeno que presentan las plantas de acuerdo a la disponibilidad de agua en el suelo. A mayor sequía, las plantas incrementan esta presión para disponer de agua, sin embargo, algunas especies tienen mayor capacidad para

disponer del vital líquido y esto les da una ventaja de establecimiento y dispersión en zonas de escasa precipitación (Trachsel, 2010; Aasamaa y Sober, 2011). Para estimar la resistencia a salinidad y sequía de diferentes especies, se han simulado estas condiciones de estrés *in vitro* con soluciones de sustancias como; manitol, glicol de polietileno, sulfato de potasio cloruro de sodio (Ruiz y Torenti, 2012; Méndez *et al.*, 2010). Por la concentración de nutrientes y alta aceptación por el ganado, el zacate banderita es considerado como la segunda especie forrajera en importancia ganadera del norte de México (Harlan *et al.*, 1952; Morales *et al.*, 2006). Algunas variedades que se conocen de este pasto son: Diana, Premier, Butte, Haskell, Trailway, Killdeer, Pierre, Niner, Vaughn, El Reno, las cuales han sido desarrolladas en diferentes partes de Estados Unidos y México. Se dice que éstas variedades cuentan con aptitudes para ser establecidas principalmente en zonas áridas y semiáridas, y pueden ser incluidas en programas de resiembra y rehabilitación de agostaderos (Veneciano, 2006; Beltrán *et al.*, 2007; Lloyd-Reilly y Smith, 2012). Por lo anterior, es importante conocer la resistencia al estrés hídrico de variedades de especies nativas recomendadas para programas de rehabilitación de pastizales como el zacate banderita. El objetivo de este estudio fue estimar el efecto de diferentes niveles de presión osmótica sobre la germinación de las variedades Vaughn, Niner, El Reno y los ecotipos E-592 y E-689 de zacate banderita, para seleccionar materiales resistentes a sequía y facilitar su establecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

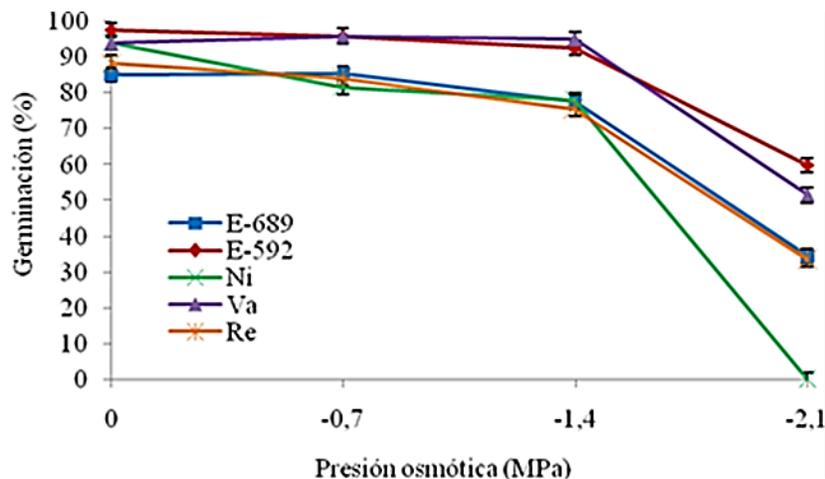
El presente trabajo se realizó en el laboratorio de parámetros ambientales de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Las variedades comerciales de zacate banderita

utilizadas fueron El Reno (Re), Niner (Ni), Vaughn (Va), Kansas 6113 (K-13) y Kansas 6107 (K-07), todas estas procedentes de USA. Otros zacates que se incluyeron fueron el ecotipo 689 (E-689) y ecotipo 592 (E-592), los cuales fueron recolectados en diferentes partes del estado de Chihuahua y clasificados como sobresalientes de 135 ecotipos evaluados. El E-689 se recolectó en el km 68.5 carretera libre El Sauz - Namiquipa, en un pastizal amacollado. El E-592 se recolectó en el km 51 de la carretera cuota Ojinaga-Chihuahua, en un matorral halófito. Para homogeneizar el término variedades y ecotipos, en adelante se utilizará el término "genotipo". Se utilizó manitol ($C_6H_{14}O_6$) como agente osmótico y se diluyó en agua destilada con diferentes concentraciones. Los tratamientos utilizados para simular el nivel de presión osmótica en las semillas, fueron; 0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 Mega-pascales (MPa). Se utilizaron cajas Petri de 90 mm de diámetro provistas de algodón y papel filtro. Se midieron cuatro repeticiones por genotipo y nivel osmótico. Cada repetición fue humectada con 25 ml iniciales de la solución correspondiente y se suministró por aspersión a capacidad de campo durante 15 días que duró la prueba. Se utilizó una germinadora con temperatura a 28 ± 2 °C. Las variables evaluadas fueron % germinación (% GE), índice de velocidad de germinación (Vge), longitud de radícula (LR) y longitud plúmula (LP). El % GE se obtuvo del porcentaje total. Para obtener LR y RP se dejaron crecer las plántulas siete días después las primeras germinadas y se consideraron tres por repetición (12 plántulas por genotipo por nivel osmótico). El experimento se realizó bajo un diseño completamente al azar. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey. El análisis de los datos se realizó en SAS 9.1.3 (2006) con el procedimiento GLM.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Gráfica 1 muestra el comportamiento del % GE. Se presentó diferencia ($P < 0.001$) por nivel osmótico. El efecto de la interacción del genotipo y la presión osmótica mostraron una alta correlación ($R^2 = 0.97$) con la germinación. En el nivel osmótico 0.0 MPa no se observó diferencia ($P > 0.05$) entre E-592, Va, Ni y Re, No obstante, estos presentaron mayor ($P < 0.05$) % GE que E-689. En un estudio hecho por Corrales (2014) donde evaluó % de emergencia en cinco genotipos de banderita, encontró que Va y Ni fueron superiores a Re, K-07 y K-13. En el nivel -0.7 MPa, E-592 y Va no presentaron diferencia ($P > 0.05$), pero tuvieron valores con % GE más altos ($P < 0.05$) que E-689, Ni y Re. En el nivel -1.4 MPa, E-592 presentó el mayor ($P < 0.05$) % GE. El genotipo Ni presentó potencial de % GE hasta -1.4 MPa, pero al ser sometido a -2.1 MPa, éste no respondió a la germinación. Lo anterior indica que este genotipo no

germina con bajos niveles de humedad en suelo. Biligetuet *al.* (2011) reportaron hasta un 43 % de germinación a un nivel osmótico de -1.2 MPa en semilla de zacate banderita recolectada en Canadá. En otras especies presentes en pastizales del Desierto Chihuahuense como *Leptochloa dubia*, la máxima germinación alcanzada con un nivel osmótico de -2.1 MPa, fue del 17 % (Espinoza y Kuruvadi, 1985). En *Pennisetum ciliare* la germinación ha presentado valores arriba del 50 % a -2.0 MPa (Ruiz y Torenti, 2012). Por otro lado, especies como *Agropyron elongatum* y *Agropyron desertorum*, presentes en el desierto de Irán, han alcanzado hasta 56 % y 45 % de germinación, respectivamente, a un nivel de presión osmótica de -1.2 MPa (Zandi y Azarnivand, 2012). Por el % GE que mostraron E-592 y Va a un estrés de presión osmótica de -2.1 MPa, pueden ser considerados como sobresalientes.



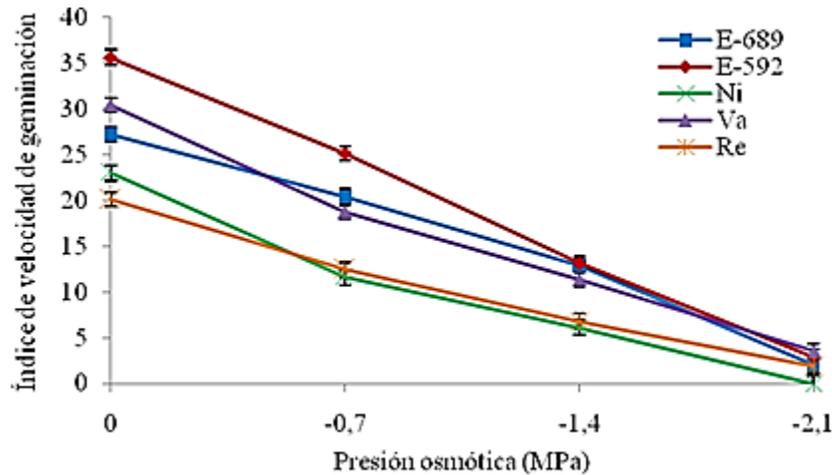
Gráfica 1. Comportamiento del porcentaje de germinación de siete ecotipos de zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*) durante dos semanas, bajo diferentes niveles de presión osmótica con manitol (0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 Mega Pascales).

En la Gráfica 2 se presenta el comportamiento de Vge. Los resultados muestran una alta correlación ($R^2 = 0.97$). E-592 presentó la mayor ($P < 0.05$) Vge en los niveles 0.0 y -0.7 MPa. En los niveles -1.4 y -2.1 MPa, no se presentó diferencia ($P > 0.05$)

con los genotipos Va y E-689. Ni no presentó germinación alguna el nivel -2.1 MPa. Abbott y Roundy (2003) reportaron que en zonas de precipitación errática, los zacates con la habilidad de administrar su germinación, como el *Eragrostis*

lehmanniana y *Melinis repens*, tienen mayor capacidad de establecimiento. Esto debido a que las especies de rápida germinación están sujetas a la desecación de sus plántulas después de un evento de lluvia. E-592

presentó el mayor Vge hasta -0.7 MPa; sin embargo, la mayor parte de la germinación se dio antes de las primeras 72 h. Re presentó una germinación más dispersa.



Gráfica 2. Comportamiento de la velocidad de germinación de siete genotipos de zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), bajo diferentes niveles de presión osmótica (0.0, -0.7, -1.4 y -2.1 Mega Pascales).

CONCLUSIONES

Los ecotipos Vaughn, Niner y El Reno han sido desarrollados para ser sobresalientes en programas de resiembras en zonas áridas y semiáridas, sin embargo, en los niveles más altos de presión osmótica E-592 originario de Chihuahua fue superior al resto. De igual forma el E-689 también originario de Chihuahua, solo fue inferior a Vaughn, pero se comportó igual que El Reno y superior a Niner. Con respecto a la velocidad de germinación, el ecotipo E-592 fue más rápido para germinar en niveles bajos de presión osmótica y a este le siguieron E-689 y Vaughn. Los que presentaron mayor lentitud fueron El Reno, Niner. En niveles de presión osmótica altos, la velocidad de germinación no varió poco entre los ecotipos, con excepción de Niner que no germinó en -2.1 Mega Pascales.

El porcentaje y velocidad de germinación que presentaron los genotipos E-592, E-689 y Va, son características deseables que

pueden ayudar a disminuir problemas por deficiencia de agua, competencia con malezas, depredación de semilla por aves, insectos, roedores, entre otros y así tener un mayor éxito en programas de revegetación para áreas degradadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo las condiciones del experimento, se puede considerar que el seleccionar un ecotipo en específico o varios de éstos para la inclusión en mezclas con otras especies, podría representar una opción para disminuir la incertidumbre y aumentar la probabilidad de éxito en programas de revegetación.

LITERATURA CITADA

- Abbott, L. B.; B. R. Roundy. 2003. Available water influences field germination and recruitment of seeded grasses. *J. Range Manage.* 56:56-64.
- Assmann, S. M.; J. A. Snyder; R. J. Lee. 2000. ABA-deficient (*aba1*) and ABA-insensitive (*abi1-1*, *abi2-1*) mutants of *Arabidopsis*

- have a wild-type stomatal response to humidity. *PlantCell and Environment*. 23:387-395.
- Beltrán, L. S.; C. Loredó; T. Núñez; L. A. González; C. A. García; J. A. Hernández; J. Urrieta; H. G. Gámez. 2007. Navajita Cecilia y banderilla Diana, pastos nativos sobresalientes para el altiplano de San Luis Potosí (Establecimiento y producción de semilla). Campo Experimental San Luis. INIFAP-CIRNE. Folleto técnico. 33:1-33.
- Biligetü, B.; M. P. Schellenberg; J. G. McLeod. 2011. The effect of temperature and water potential on seed germination of poly-cross side-oats grama (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.) population of Canadian prairie. *SeedSci.&Technol.* 39:74-81.
- CONAZA (Comisión Nacional de Zonas Áridas). 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México. México.
- Corrales, L. R. 2014. Estrategias para establecimiento de gramíneas en revegetación de pastizales. Tesis de Maestría. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih., México.
- Dubreucq, B.; N. Berger; E. Vincent; M. Boisson; M. Caboche; L. Lepiniec. 2000. The arabidopsis AtEPR1 extensin-like gene is specifically expressed in endosperm during seed germination. *Plant J.* 23:643-652.
- Espinoza, Z. R.; S. Kuruvadi. 1985. Clasificación de colecciones de zacate gigante (*Leptochloa dubia* HBK, Ness) por su grado de resistencia a sequía en manitol. *Rev. Agrar. Cient.* 1:142-152.
- Esqueda, C. M. H.; A. Melgoza; M. Sosa; R. Carrillo; J. Jiménez. 2005. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad/sequía en tres tipos desuelo. *TécPecuMéc.* 43:101-115.
- Harlan, J. R.; L. A. Snyder; R. P. Celarier. 1952. Cytological studies of Southern Great Plains grasses. International Grassland Congress. Pennsylvania State College, Pennsylvania. 6:228-232.
- Lloyd-Reilly, J.; F. Smith. 2012. Plant guide for South Texas Germplasm sideoats grama. USDA-Natural Resources Conservation Service. En: <http://www.nrcs.usda.gov/>. Consultado 07 Abril 2014.
- Méndez, N. J.; P. F. Ybarra; P. J. Pinto. 2010. Germinación y Desarrollo de Plántulas de Tres Híbridos de Maíz bajo Soluciones Osmóticas. VI. Comparación entre cinco soluciones osmóticas. *Rev. Tec. ESPOL-RTE.* 23:55-60.
- Morales, N. C. R.; A. R. Quero; O. LeBlanc; A. Hernández; J. Pérez; S. González. 2006. Caracterización de la diversidad del pasto nativo *Bouteloua curtipendula* (Michx) Torr., mediante marcadores de AFLP. *Agrociencia.* 40:711-720.
- Ruiz, M.; O. Torenti. 2012. Germinación de cuatro pastos bajo condiciones de estrés salino. *Rev. Phyton.* 81:169-176.
- SAS Institute Inc. 2006. SAS 9.1.3 User's guide. Cary, NC, USA.
- Townsend, A. P.; A. M. Ortega-Huerta; J. Bartley; V. Sánchez-Cordero; J. Soberón; R. H. Buddemeier; D. R. B. Stockwell. 2002. Future projections for mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature.* 416:626-629.
- Trachsel, S.; P. Stamp; A. Hund. 2010. Effect of high temperatures, drought and aluminum toxicity on root growth of tropical maize (*Zea mays* L.) seedlings. *Maydica.* 55: 249-260.
- Veneciano, J. H. 2006. Gramíneas estivales perennes para ambientes semiáridos: Características y productividad. Sitio Argentino de Producción Animal. Estación Experimental Agropecuaria San Luis, Información Técnica. 171:1- 84.
- Zandi, E. E.; H. Azarnivand. 2012. Effect of water stress on seed germination of *agropyron elongatum*, *agropyron desertourm* & *secaowle montanu*. *J. Desert.* 7:249-253.

VARIACIÓN FENOTÍPICA ENTRE ECOTIPOS DE PASTO BUFFEL [*Pennisetum ciliare* (L.) Link]

PHENOTYPIC VARIATION AMONG ECOTYPES OF BUFFELGRASS [*Pennisetum ciliare* (L.) Link]

Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez^{1,2*}, Carlos Raúl Morales Nieto¹, Jean Hanson³, Eduardo Santellano Estrada¹, José Francisco Villanueva Avalos⁴, Pedro Jurado Guerra⁵ y Alicia Melgoza Castillo.¹

¹UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología. Km 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México.

²INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. Kilometro 24.5 carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera de V.R. C.P. 98500. ³ILRI-Forage Diversity, Addis Ababa, Ethiopia, P.O. Box 5689. ⁴INIFAP-Verdileño. Av. Insurgentes Núm 1050 col. Menchaca Tepic, Nayarit. ⁵INIFAP-Campo Experimental Campana-Madera. Km 33.3 carretera Chihuahua-Ojinaga.

*sanchez.ricardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue caracterizar la diversidad fenotípica de 156 ecotipos de zacate buffel. La caracterización se llevó a cabo en la estación experimental Zwai en Etiopía, África. Los ecotipos se encuentran en parcelas con un total de 36 plantas por ecotipo. Las variables a medir fueron: días a floración (DF), espigas por planta (EP), altura total de planta (AP), altura de follaje (AF), espiguillas por espiga (EE) y carióspsides por espiga (CE). Se realizó un análisis de componentes principales (ACP). Para obtener la gráfica de dispersión se utilizó el MINITAB v16. Los rangos observados para EP fueron de 6 a 322. Los días del corte de estandarización hasta llegar al 50% de floración vario de 48 a 71 días. En altura de planta y forraje se reportaron valores de 34 a 138 y 24 a 118 cm, respectivamente. Las espiguillas por espigas fueron de 13 a 285. Los carióspsides por espiga fue de 3 a 113. Los dos primeros componentes explicaron el 70.2 % de la variación total observada. En el primer cuadrante se localizaron materiales tardíos con potencial para producción de semilla. En el segundo cuadrante aparecieron materiales de alto porte. En el tercero hay ecotipos con mayor número de espiguillas por planta. En el cuadrante cuatro se agruparon ecotipos de porte bajo con un ciclo y numero de espiguillas por planta intermedio. Esta colección de ecotipos presenta una gran diversidad fenotípica. Esto representa una oportunidad para realizar un programa de mejoramiento genético.

Palabras clave. Caracterización, espigas, carióspside.

ABSTRACT

The objective of this research was to characterize phenotypic diversity of 157 ecotypes of buffel grass. The characterization was carried out at the experimental station of Zwai in Ethiopia. Each ecotype was set on a plot with a total of 36 plants. The variables measured were: Days to flowering (DF), spikes per plant (EP), total plant height (AP), foliage height (AF), spikelets per spike (EE) and caryopsis per spike (CE). Principal component analysis was performed and then a matrix was generated where ecotypes were plotted based on the two principal components. The ranks of EP were from 6 to 322. The Days from standardization cut to 50% of flowering was 48 - 71 days. Plant and forage height were 34 to 139 and 24 to 118 cm, respectively. The EE was 13 to 285. The CE was 3 to 113. The first two components explained 70.2 of variation. The first quadrant has ecotypes with cycle late flowering and potential of seed production. In the second one there are ecotypes highest. The third quadrant has ecotypes with high numbers of EE. in the fourth one there are ecotypes of short height with cycle of flowering intermediate. The ecotypes collection has a vast diversity. This represents an opportunity for encourage the formation of a breeding program focused on seed production and forage.

Keywords. Characterization, spikes, caryopsis.

INTRODUCCIÓN

Mantener y conservar la biodiversidad de los recursos forrajeros es importante, ya que su pérdida generaría problema en la alimentación, tanto animal como humana (Heywood, 2008). Se ha predicho que el continente africano será más susceptible al cambio climático, incluso se espera tener impactos significativos en la pérdida de forrajes nativos (Hoffman y Vogel, 2008). Una de las especies perennes importantes de los pastizales de África es el pasto buffel [*Pennisetum ciliare* (L.) Link], allí existe gran variabilidad genética debido a que a la fecha, es considerado el centro de origen de este pasto (Gutiérrez-Ozuna *et al.*, 2009; Burson *et al.*, 2012). Buffel es una pasto de crecimiento C4, y es una de las mejores gramíneas forrajeras del subtrópico de África, incluso es ampliamente utilizada en las regiones áridas, semiáridas y desérticas del mundo (Marshall *et al.*, 2012). Se caracteriza por su buena producción de forraje (Gómez de la Fuente *et al.*, 2007), evita erosión de suelo (Bhattarai *et al.*, 2008) y tolerancia a sequías (Quiroga *et al.*, 2013). Debido al potencial que caracteriza al buffel, se deben realizar recolectas para evitar la pérdida de especies forrajeras y establecer bases para la selección. Actualmente el ILRI (International Livestock Research Institute) tiene un banco de germoplasma de especies forrajeras y cuenta con más de 150 ecotipos de buffel, por lo que existe la necesidad de caracterizarlos con la intención de identificar el potencia forrajero, seleccionarlos y efectuar un programa de mejoramiento genético. El objetivo fue caracterizar la diversidad fenotípica de 156 ecotipos de zacate buffel en Zwai, Etiopía, África.

MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización de los 156 ecotipos de pasto buffel se llevó a cabo en la estación experimental Zwai del ILRI (International Livestock Research Institute) en Etiopía,

África. Este sitio se localiza en las coordenadas geográficas 7°54'N y 38°44'E, a una altitud de 1640 msnm. La precipitación media anual es de 600 mm y sus mayores acumulaciones se presentan en los meses de Julio y Agosto. La temperatura media anual mínima y máxima es de 13 y 27 °C, respectivamente. El suelo es areno-arcilloso, con hasta 0.5 m de profundidad y un pH que va de 8.1 a 8.4. Cada ecotipo se encuentra establecida en una parcela de 2 X 5 m, con un espaciamiento entre plantas de 50 X 50 cm, teniendo un total de 36 plantas. La mayoría de los ecotipos fueron recolectados por medio de semilla en 10 países como Antigua, DR Congo, Etiopía, Kenya, Mauritania, Namibia, Nigeria, Tanzania, Uganda, Zimbabwe. También, se encuentran 10 variedades comerciales, American, Biloela, Boorara, Gayndah, Karasberg, Nunbank, Towoomba, Kongwa, Palsana y Viva. El 15 de julio de 2014 se dio un corte de estandarización de las parcelas a 10 cm del suelo para posteriormente tomar los datos. Se aplicaron riegos de auxilio durante la ausencia de lluvias. Después del corte de establecimiento para todos los ecotipos, se evaluaron las variables: días a floración (Df), espigas por planta (EP), altura total de la planta (AP), altura de follaje (AF), espiguillas por espiga (EE) y cariósides por espiga (CE). Para Df se determinó por número de días después del corte de estandarización hasta que la parcela llegó al 50 % de floración. Para las demás variables las mediciones se tomaron de ocho plantas tomadas al azar del centro de la parcela. En AP se midió desde el nivel del suelo hasta la punta de la inflorescencia más alta. La AF se midió desde el suelo hasta la altura de las hojas.

En EP se contaron el número de espigas en ocho plantas centrales. Para EE se cosecharon ocho espigas por parcelas y se contabilizó el número de espiguillas, por

último, en CE se utilizaron las espiguillas ya enumeradas de la variable EE y con una liga de tamaño 1, manualmente se frotaron las espiguillas y se obtuvieron los cariósides.

A los datos se les realizó un análisis de componentes principales, seleccionando el número de ellos de los cuales representaran más del 70 % de la varianza (SAS, 2002). Después se elaboró una matriz de posicionamiento de los ecotipos con base en los dos componentes principales (MINITAB v16).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características agro-morfológicas presentaron una gran diversidad entre los ecotipos, ya que en espigas por plantal los rangos observados fueron de 6 a 322. Los días del corte de estandarización hasta llegar al 50% de floración vario de 48 a 71 días. En altura de planta y forraje se reportaron valores de 34 a 138 y 24 a 118 cm, respectivamente. Las espiguillas por espigas fueron de 13 a 285. Los cariósides por

espiga fue de 3 a 113. Estos resultados concuerdan con otros autores donde también determinaron estos descriptores en otras poblaciones de zacate buffel (M'Seddi *et al.*, 2002; Conde *et al.*, 2011; Griffa *et al.*, 2011). Los resultados mostraron que existe gran variabilidad fenotípica entre las accesiones, lo cual representa una oportunidad para realizar trabajos de mejoramiento genético.

El análisis de componentes principales (CP) mostró que los primeros dos, explicaron el 70.2 % de la variación total. Con base al coeficiente de correlación (r) la mayoría de las variables se asociaron al primer CP, excepto el número de espigas por planta, ya que éste fue dominado por el segundo componente (Cuadro 1). Debido a que la agrupación de las variables en el CP1 se relaciona a la biomasa, se determinó que este componente refleja un índice de producción. El CP2 asoció solamente una variable que refleja un índice de propagación.

Cuadro 1. Coeficiente de correlación de las variables respecto a los componentes principales y la contribución de la varianza en las características fenotípicas de 156 ecotipos de zacate buffel

| | Coeficiente de correlación (r) | |
|--------------------|--------------------------------|----------------|
| | CP1 | CP2 |
| EP | -0.440** | 0.561** |
| Df | 0.582** | -0.562** |
| AP | 0.813** | 0.548** |
| AF | 0.788** | 0.573** |
| EE | 0.768** | -0.190* |
| CE | 0.624** | -0.284* |
| Eigenvector | 2.79 | 1.44 |
| Varianza acumulada | 46.2 | 70.2 |

EP=Espigas por planta; Df=días a 50% de floración; AP=Altura de planta; AF= Altura de forraje; EE=Espiguillas por espiga; CE=Cariósides por espiga. *(P<0.05); **(P<0.0001)

Los 156 ecotipos de zacate buffel distribuidos de acuerdo a los dos primeros componentes principales se presentan en la Figura 1. En el cuadrante I están posicionados ecotipos de

ciclo tardío con el mayor número de espiguillas por espiga y cariósides, estos ecotipos tienen características de producción de semilla. Los ecotipos presentes en el

Con los presentes materiales de zacate buffel sería conveniente realizar trabajos de investigación enfocados a la producción de semilla y forraje, ya sean en agostadero o pradera.

CONCLUSIONES

La colección de ecotipos que conserva el ILRI tiene gran diversidad en las características fenotípicas. Esto representa una oportunidad para realizar un programa de mejoramiento genético.

Se identificaron materiales con características para diferentes usos como producción de semilla y producción de forraje.

Se recomienda realizar un ensayo agronómico para identificar a los mejores materiales para producción de semilla y forraje. También, realizar un estudio de diversidad genética mediante la caracterización molecular.

LITERATURA CITADA

- Bhattacharai, S.P.; J. Fox, y Y. Gyasi-Agyei. 2008. Enhancing buffel grass seed germination by acid treatment for rapid vegetation establishment on railway batters. *Journal of Arid Environments* 72: 255-262.
- Burson, B. L.; J. M. Actkinson; M. A. Hussey; R. W. Jessup. 2012. Plidy determination of buffel grass accessions in the USDA National Plant Germplasm System Collection by flow cytometry. *S Afr J Bot.* 79: 91-95.
- Carvalho de Silva, T.; E.R. Loiola; M. C.H. Oliveira; S.E. Mauro; D. Soares de Silva; A. Pereira. 2011. Morphological and chemical composition of buffel grass at different heights of cutting and waste. *Revista Trópica-Ciencias Agrarias e Biologicas* 5 (2): 30-39.
- Gómez de la Fuente, E.; S.H. Díaz; F.A. Saldivar; E.F. Briones; T.V. Vargas; W.E. Grant. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel (*Pennisetum ciliare* (L.) Link) en Tamaulipas, México. *Rev Tec Pec Mex* 45 (1):1-17.
- Griffa, S., A. Ribbota; C.E. López; E. Tomassino; E. Carloni; C. Luna; A. Grunberg. 2010. Evaluation seedling biomass and its components as selection criteria for improbing salt solerance buffel grass genotypes. *Journal of the British Grassland Society.* 65:358-361.
- Gutierrez-Ozuna, R.; L.E. Enguiarte; F. Molina. 2009. Genotypic diversity among pasture and roadside population of the invsive biffelgrass (*Pennisetum ciliare* L. Link) in north wester Mexico. *Journal of Arid Environments* 73: 26-32.
- Heywood, V. H. 2008. Challenges of *in situ* conservation of crop wild relatives. *Turk J Bot.* 32: 421-432.
- Hoffman, T.; C.Vogel. 2008. Climate change on African Rangelands. *Rangelands.* 30:12-17.
- Marshall, V. M.; M. M. Lewis; B. Ostendorf. 2012. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader ans threat to biodiversity in arid environments: A review. *J Arid Environ.* 78:1-12.
- M'Seddi, K.; M. Visser.; M. Nefatti.; D. Reheul.; M. Chaieb. 2002. Seed and spike traits from remnant population of *Cenchrus ciliaris*. L. in South Tunisia; high distinctiveness, no ecotypes. *J. A. Env.* 50:309-324.
- Quiroga, M.; K. Grunber; A. Ribotta; C.E. Lopez; E. Carloni; E. Tommasino; C.Luna; S. Griffa. 2013. Obtainig sexual genotypes for breeding in buffel grass. *South African Journal of Botany* 88: 118-123.
- SAS. User Guide. Statistical Analysis System. Inc. Cary, NC. version 9.1. 2002.

MORFOLOGÍA Y PRODUCCIÓN FORRAJERA DE ZACATES NATIVOS EN CHIHUAHUA

FORAGE MORPHOLOGY AND YIELD OF NATIVE GRASSES IN CHIHUAHUA

Pedro Jurado Guerra^{1*}, Carlos R. Morales Nieto² y J. Francisco Villanueva Avalos³

¹INIFAP-Sitio Experimental La Campana. Carretera Chihuahua-Ojinaga km 33 Aldama, Chih.Méx. C.P. 32910. ²UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico F.R. Almada km 1 Chihuahua, Chih. Méx. C.P. 31031. ³INIFAP-Sitio Experimental El Verdineño. Carretera Navarrete-Sauta km 6.5, Sauta, Nayarit, Méx. *jurado.pedro@inifap.gob.mx

RESUMEN

Existe poca información sobre algunos zacates forrajeros nativos en los pastizales áridos y semiáridos de Chihuahua. El objetivo fue evaluar la morfología y producción de forraje de siete gramíneas forrajeras de Chihuahua. Se recolectaron y trasplantaron plantas de zacate lobero (*Lycurus phleoides*), navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*), navajita negra (*Bouteloua eriopoda*), aparejo (*Muhlenbergia porteri*), zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), toboso (*Hilaria mutica*) y navajita chino (*Bouteloua ramosa*) en parcelas de campo en Aldama, Chihuahua. Se realizaron mediciones de sobrevivencia, altura de forraje, altura de planta, cobertura basal y producción de forraje por planta en 2014. El análisis estadístico se realizó bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. La sobrevivencia fue buena con valores arriba del 83% en especies como el navajita negra, toboso y zacatón alcalino. La altura de forraje varió ($P \leq 0.01$) desde un mínimo de 15.1 ± 2.3 cm en el navajita velluda hasta 45.2 ± 2.0 cm en el zacate toboso. La mayor altura de planta fue el zacatón alcalino con 107 ± 2.5 cm, seguido del toboso, aparejo y navajita chino. La especie con mayor cobertura basal ($P \leq 0.01$) fue el navajita negra con 30.7 ± 1.2 cm. La mayor producción de forraje ($P \leq 0.01$) fue en toboso con 216.1 ± 18.6 g/pl hasta un mínimo de 17.2 ± 8.0 g/pl en navajita velluda. Las especies sobresalientes fueron el zacate toboso, zacatón alcalino, aparejo y navajita chino, mientras que los zacates con características menos deseables fueron el lobero, navajita negra y navajita velluda.

Palabras Clave: altura forraje, cobertura basal, producción forraje, pastos nativos.

ABSTRACT

Limited information is available for several native forage grasses in arid and semiarid grasslands of Chihuahua. The objective was to evaluate morphology and forage production of seven forage grasses in Chihuahua. Common wolftail (*Lycurus phleoides*), hairy grama (*Bouteloua hirsuta*), black grama (*Bouteloua eriopoda*), bush muhly (*Muhlenbergia porteri*), alkali sacaton (*Sporobolus airoides*), tobosagrass (*Hilaria mutica*), and chino grama (*Bouteloua ramosa*) were collected and transplanted in field plots in Aldama, Chihuahua. Plant survival, forage height, plant height, basal cover, and forage yield were evaluated during 2014. Statistical analysis was performed under a randomized block design with three replications. Plant survival was above 83% in black grama, tobosagrass, and alkali sacaton. Forage height varied ($P \leq 0.01$) from 15.1 ± 2.3 cm in black grama up to 45.2 ± 2.0 cm in tobosagrass. Plant height was highest for alkali sacaton followed by tobosagrass, bush muhly, and chino grama. Highest basal cover was shown by black grama ($P \leq 0.01$) with 30.7 ± 1.2 cm. Tobosagrass showed highest forage yield with 216.1 ± 18.6 g/pl and decreased to 17.2 ± 8.0 g/pl in hairy grama. Species with good forage potential were tobosagrass, alkali sacaton, bush muhly, and chino grama, while common wolftail, black grama, and hairy grama showed less forage potential.

Keywords: Forage height, basal cover, forage yield, native grasses.

INTRODUCCIÓN

La conservación *ex situ* de especies vegetales es fundamental para conservar la diversidad biológica del mundo. Desafortunadamente, las actividades

antropogénicas, tales como la agricultura, silvicultura y la mancha urbana así como el sobrepastoreo y la desertificación están degradando los ecosistemas naturales y la mayor consecuencia es la desaparición de

especies (Gold *et al.*, 2004). En México, existen todavía recursos genéticos forrajeros que no han sido completamente estudiados incluyendo los zacates más comunes como navajita y banderita en zonas áridas (Quero *et al.*, 2007). La recolección y conservación de recursos forrajeros nativos es la base para la evaluación y selección de materiales forrajeros sobresalientes para la alimentación del ganado en pastoreo (Do Valle, 2001).

Una de las herramientas utilizadas para la evaluación de especies forrajeras es la caracterización morfológica de las plantas. Lo anterior con el fin de detectar atributos forrajeros sobresalientes en las especies con potencial para ser incluidas en programas de mejoramiento y ser utilizadas en la rehabilitación de pastizales (Morales-Nieto *et al.*, 2008). Dentro de los pastizales de México, existe una gran cantidad de zacates nativos que están asociados a los pastos más comunes como el navajita y banderita. Dichas especies son importantes dado que cumplen funciones claves en el ecosistema, sin embargo se desconoce mucho sobre su morfología y potencial forrajero. El objetivo de este trabajo fue la evaluación morfológica y productiva *ex situ* de siete gramíneas forrajeras nativas de los pastizales áridos y semiáridos de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área experimental de 0.5 ha se estableció en el Sitio Experimental La Campana en Aldama, Chihuahua. Este sitio tiene un clima semicálido muy seco, con temperatura promedio de 14 a 20°C y la precipitación anual varía de 200 a 400 mm (INEGI, 2015). El suelo es Calcisol y originalmente fue ocupado por matorral de gobernadora (*Larrea tridentata*). Se preparó el terreno con barbecho, rastrojo doble y nivelado en el mes de julio 2012. El terreno se cercó con malla ciclónica y se establecieron parcelas de 3m x 4m con una separación de 1m entre plantas y

2m entre parcelas con un total de 20 plantas por parcela.

Se recolectaron ecotipos de siete especies de zacates nativos en diferentes regiones del estado de Chihuahua durante los meses de agosto y septiembre de 2012. Las especies recolectadas fueron: lobero (*Lycurus phleoides*), navajita velluda (*Bouteloua hirsuta*), navajita negra (*Bouteloua eriopoda*), aparejo (*Muhlenbergia porteri*), zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*), y toboso (*Hilaria mutica*) y navajita chino (*Bouteloua ramosa*). Los materiales fueron recolectados con raíz y biomasa aérea (aproximadamente 15-20 cm) y suelo suficiente, colocados en cajas con turba y suelo húmedos de acuerdo a la metodología de Morales (2009). Los materiales fueron trasplantados al siguiente día de la recolecta. El trasplante se llevó a cabo manualmente en hoyos de aproximadamente 30 cm de profundidad, con un riego de auxilio para promover el establecimiento. Después del trasplante se realizaron deshierbes manuales de las parcelas. Se realizaron evaluaciones de supervivencia de los ecotipos en 2012, 2013 y 2014. En diciembre 2014, después de dos temporadas de crecimiento, se realizaron muestreos de cobertura basal, altura de forraje, altura de planta y producción de forraje de las especies por medio de cortes.

El análisis estadístico se realizó bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones con Proc GLM en el programa SAS (SAS, 2008). Se realizó una separación de medias con la prueba de la mínima diferencia (Kirk, 1982). Se utilizó una probabilidad de 0.05 para determinar los efectos significativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La supervivencia de los zacates varió entre especies y entre años de estudio (Figura 1). Todos las especies tuvieron una supervivencia arriba del 83% tres meses después del trasplante en diciembre 2012, sin embargo la

supervivencia disminuyó en 2013, atribuible a las condiciones de sequía durante el invierno 2012-2013 y primavera 2013. La supervivencia en 2013 y 2014 disminuyó principalmente en especies como el navajita

velluda, lobero y navajita chino. Especies como el navajita negra, toboso y zacatón alcalino mostraron una buena sobrevivencia con valores arriba del 83% en 2014.

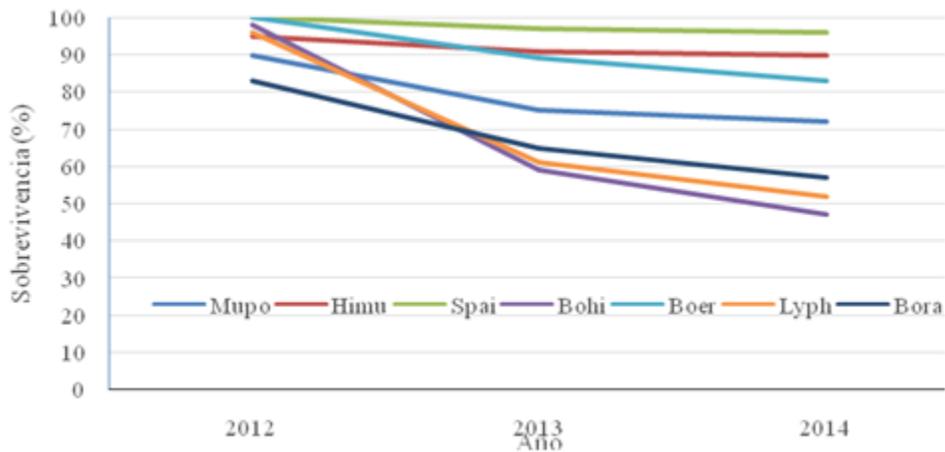


Figura 1. Supervivencia de trasplantes de siete especies de zacates nativos durante tres años en Aldama, Chihuahua. (Mupo=*Muhlenbergia porteri*; Himu=*Hilaria mutica*; Spai=*Sporobolu sairoides*; Bohi=*Bouteloua hirsuta*; Boer=*Bouteloua eriopoda*; Lyph=*Lycuru sphleoides*; Bora=*Bouteloua ramosa*).

La altura de forraje varió ($P \leq 0.01$) entre especies con valores desde un mínimo de 15.1 ± 2.3 cm en el navajita velluda hasta 45.2 ± 2.0 cm en el zacate toboso (Figura 2). La altura de planta también presentó diferencias ($P \leq 0.01$) entre especies.

Las especies que mostraron mayor altura de planta fueron el zacatón alcalino con 107 ± 2.5 cm, seguido del toboso, aparejo y navajita chino. En cuanto a la cobertura basal, las especies con mayores valores ($P \leq 0.01$) fueron navajita negra con 30.7 ± 1.2 cm, seguido del zacatón alcalino con 28.8 ± 1.1 cm y toboso con 25.3 ± 1.1 cm.

La mayor cobertura del navajita negra concuerda con la información de esta especie en el sentido de que es un zacate estolonífero (USDA-NRCS, 2005).

La altura de forraje, altura de planta y cobertura basal son características forrajeras importantes entre especies nativas como

navajita, banderita, punta blanca, tempranero y gigante en zonas semiáridas de México (Morales *et al.* 2009; Morales *et al.*, 2013). Los valores de altura de plantas están dentro de los reportados por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) de Estados Unidos para navajita negra, toboso, zacatón alcalino y navajita velluda (USDA-NRCS, 2005, 2007).

La producción de forraje por planta fue influenciada ($P \leq 0.01$) por la especie de zacate (Figura 3). La mayor producción de forraje fue en el toboso con 216.1 ± 18.6 g/pl hasta un mínimo de 17.2 ± 8.0 g/pl en el navajita velluda.

La producción de forraje fue directamente afectada por la especie y la precipitación, ya que las especies recolectadas en la región del desierto Chihuahuense, tales como el zacatón alcalino, toboso y aparejo mostraron los mayores valores.

La precipitación pluvial durante 2014 fue de 283 mm, muy cercana a lo normal, sin embargo algunas especies como navajita velluda y el lobero están mejor adaptadas a condiciones con mayor precipitación y clima

templado, por lo que esto explica su baja respuesta no solamente en producción de forraje sino en las demás variables evaluadas.

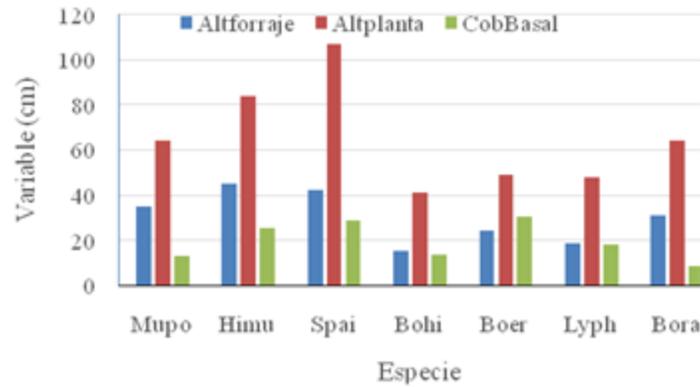


Figura 2. Altura de forraje, altura total y cobertura basal de siete zacates nativos en Aldama, Chihuahua (Diciembre 2014). (Mupo=*Muhlenbergia porteri*; Himu=*Hilaria mutica*; Spai=*Sporobolus airoides*; Bohi=*Bouteloua hirsuta*; Boer=*Bouteloua eriopoda*; Lyph=*Lycurus phleoides*; Bora=*Bouteloua ramosa*).

CONCLUSIONES

Las especies sobresalientes fueron el zacate toboso, zacatón alcalino, aparejo y navajita chino, mientras que los zacates con características menos deseables fueron el lobero, navajita negra y navajita velluda. El zacate toboso presentó la mayor altura de forraje y producción de forraje, mientras que

el zacatón alcalino presentó la mayor supervivencia y altura de planta; la mayor cobertura basal fue observada en navajita negra. Esta información es fundamental para la selección de especies con potencial para utilizarse en programas de rehabilitación de pastizales degradados en zonas áridas de Chihuahua.



Figura 3. Producción de forraje por planta (g/pl) de siete zacates nativos en Aldama, Chihuahua (Diciembre 2014). (Mupo=*Muhlenbergia porteri*; Himu=*Hilaria mutica*; Spai=*Sporobolus airoides*; Bohi=*Bouteloua hirsuta*; Boer=*Bouteloua eriopoda*; Lyph=*Lycurus phleoides*; Bora=*Bouteloua ramosa*).

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Coordinación General de Ganadería de la SAGARPA, por el apoyo financiero para realizar esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Do Valle, C. B. 1990. Coleção de germoplasma de espécies de *Brachiaria* no CIAT: Estudos básicos visando a melhoramento genético. Campo Grande, MS, EMBRAPA-CNPQC. 33 pp. Consultado 05/06/2015. <file:///C:/Users/PROPIETARIO/Downloads/Colecao-de-germoplasma-de-especies.pdf>.
- Gold, K.; P. León-Lobos; M. Way. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62 p. Consultado 05/06/2015. http://www.inia.cl/recursosgeneticos/bancobase/semillasnativas/Documentos/m_sem.pdf.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2015. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Aldama, Chihuahua. Clave geoestadística 08002. Consultado 05/06/2015. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicofifras/datos-geograficos/08/08001.pdf>.
- Kirk, R.E. 1982. Experimental Design, 2nd ed. Brooks/Cole Publishing Co. Monterey, Cal. pp. 429-455.
- Morales, N.C.R. 2009. Metodología para la recolecta y conservación de germoplasma de plantas forrajeras en la zonas áridas y semiáridas de México. Folleto Técnico núm. 21. S.E. Campana-Madera. INIFAP-SAGARPA. 21 pp.
- Morales, N.C.; A.R. Quero; A. Melgoza; M. Martínez; P. Jurado, 2009. Diversidad forrajera del pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.], en poblaciones de zonas áridas y semiáridas de México. Téc. Pec. Méx. 47: 231-244.
- Morales-Nieto, C.R.; O. Rivero-Hernández; A. Melgoza-Castillo, P. Jurado-Guerra; M. Martínez-Salvador. 2013. Caracterización morfológica y molecular de *Leptochloa dubia* (Poaceae) en Chihuahua, México. Polibotánica 36: 79-94.
- Morales-Nieto, C.R.; A. Quero-Carrillo; J. Pérez-Pérez; A. Hernández-Garay; O. LeBlanc. 2008. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en México. Agrociencia 42: 767-775.
- Quero, C.A.R.; J.F. Enríquez; L. Miranda. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o status quo. Interciencia 32: 566-571.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS ver. 9.2. Statistical Analysis Software. Cary, North Carolina.
- USDA-NRCS (United States Department of Agriculture-National Resources Conservation Service). 2005. Plant Fact Sheet. Black grama (*Bouteloua eriopoda* (Torr.) Torr.). Consultado 19/06/2015. <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=BOER>.
- USDA-NRCS (United States Department of Agriculture-National Resources Conservation Service). 2005. Plant Fact Sheet. Tobosa grass (*Pleuraphis mutica* Buckl.). Consultado 19/06/2015. <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=PLMU>.
- USDA-NRCS (United States Department of Agriculture-National Resources Conservation Service). 2007. Plant Fact Sheet. Alkali sacaton (*Sporobolus airoides* (Torr.) Torr.). Consultado 19/06/2015. <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=SPAI>.
- USDA-NRCS (United States Department of Agriculture National Resources Conservation Service). 2007. Plant Fact Sheet. Hairy grama (*Bouteloua hirsute* Lag.). Consultado 19/06/2015. <http://plants.usda.gov/core/profile?symbol=BOHI>.

ESTABLECIMIENTO DE PASTO OVILLO (*Dactylis glomerata* L.) EN UNA PRADERA INVADIDA POR MALEZAS Y PRODUCTIVIDAD ESTACIONAL

ESTABLISHMENT OF ORCHARD GRASS (*Dactylis glomerata* L.) IN A MEADOW INVADDED BY WEEDS AND SEASONAL PRODUCTIVITY

Marco Antonio Rivas Jacobo^{1*}, Camelia Alejandra Herrera Corredor¹ y Anabel Romero Dávila¹

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Carretera San Luis Potosí-Matehuala Km. 14.5, Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. *marco.rivas@uaslp.mx.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el rendimiento y componentes morfológicos de una pradera establecida con pasto ovilla en una praderas invadida con malezas en Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., a 22° 14' 10" LN y 100° 51' LO, a 1835 msnm con una media anual de 17.8°C y una precipitación de 350 mm bajo un clima seco templado. La siembra fue el 30 de marzo de 2012. Se fertilizó con 50 kg de 18-46-00 y 50 kg de 46-00-00. Los tratamientos fueron las estaciones de otoño, invierno y primavera. Se sembró pasto ovilla a una densidad de 20 kg/ha. Se regó cada 20 días. La parcela se dividió en cuatro potreros de 0.25 ha. Se hicieron 10 muestreos con un cuadrante de 0.5 x 0.5 m en cada potrero. Se midió el rendimiento de materia seca (RMS), de hoja (RMSH), de tallos (RMST), de espiga (RMSE) y de maleza (RMSMAL) y la altura de planta (ALTURA). En el primer crecimiento de la pradera en otoño se observaron los RMS más altos y predominó el pasto llorón, cereales de grano pequeño y setaria porque había semilla presente de las malezas del año anterior y las condiciones ambientales y del suelo permitían su emergencia. En las estaciones de invierno y verano el pasto ovilla mostró desarrollo pero bajó el rendimiento de materia seca pero mejoró el rendimiento de hoja. Las condiciones permitieron obtener forraje abundante en el primer ciclo de crecimiento sin perjudicar posteriormente la implantación del pasto principal que fue el ovilla.

Palabras clave: Materia seca, ovilla, componentes morfológicos, estaciones.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the performance and morphological components of a prairie orchard grass established with a meadows overrun with weeds in Soledad de Graciano Sánchez, SLP, at 22 ° 14' 10" LN and 100 51' LO, to 1835 m with an average 17.8°C and annual rainfall of 350 mm under a dry temperate climate. Sowing was on 30 March 2012. Fertilized with 50 kg of 18-46-00 and 50 kg with 46-00-00. The treatments were the seasons of autumn, winter and spring. Orchard grass was seeded at a density of 20 kg /ha. It was watered every 20 days. The plot is divided into four paddocks of 0.25 ha. 10 samples with a quadrant of 0.5 x 0.5 m in each plot were made. The dry matter yield (DMY), leaf (DMYL), stems (DMYS), spike (DMYS) and weed (DMYW) and plant height (height) was measured. In the first pasture growth in autumn the highest DMY were observed and prevailed weeping grass, small grains and setaria because there was weed seed present last year and environmental conditions and soil allow its emergence. In the winter and summer orchard grass showed development but lowered the dry matter yield but improved performance sheet. The conditions allowed to obtain abundant forage in the first cycle of growth without further harming the implementation of the main grass was the orchard grass.

Keywords: Dry matter, orchard grass, morphological components, seasons.

INTRODUCCIÓN

La producción de forrajes es una alternativa para la alimentación de rumiantes en cualquier sistema de producción, por su bajo costo de producción por el bajo uso de

insumos durante su crecimiento, sin embargo, en muchos casos los productores establecen praderas año con año en la búsqueda de altos rendimientos con especies anuales de corte o pastoreo de invierno. Con

este tipo de sistema es claro observar que las especies forrajeras utilizadas tienen un corto ciclo productivo por ser anuales y en menos de los seis meses de establecidas ya han desaparecido, lo que obliga al productor comprar otro tipo de semilla para establecer una nueva especie forrajera de primavera-verano lo que resulta costoso. Una alternativa sería, que una vez utilizado el forraje de corte o pastoreo producido en invierno bajo riego, lo cual sucede a media primavera, laborear los terrenos y aplicarles riego para lograr la emergencia de especies forrajeras del lugar; uno de estos casos en la región de la zona centro de San Luis Potosí, se ha observado que emergen pastos nativos y naturalizados como el pasto llorón, setarias, briza, punta blanca, bromus, gramas y algunas plantas del cultivo anterior que conforman una pradera mixta con productividad en primavera, verano y quizá hasta parte de otoño. Las praderas mixtas son aquellas que reciben ambos tipos de manejo descanso y pastoreo según la época del año. Están constituidas por más de una especie vegetal pudiendo ser de 2 o 3 especies, realizada por el hombre y por lo general son perennes (Gómez de Barreda, 2005). El pasto llorón también conocido como zacate amor (*Eragrostis curvula* (Schrader) Ness.) es originaria de África de hábito perenne y amacollada, es muy utilizada en San Luis Potosí en temporal (Ackerman, *et al.*, 1987); se desarrolla en suelos arenosos y produce forraje en suelos de baja fertilidad en zonas semiáridas, con alta facilidad de establecimiento y de buena calidad forrajera con una producción de materia seca de 1910 kg/ha. Ecológicamente se recomienda que se establezca con una especie de pasto nativo para la rehabilitación ecológica del sitio, ya que gradualmente se reintroducen las especies nativas (Beltrán *et al.*, 2009). La producción de forraje verde se ha observado que puede ser de 17.673 kg/ha, el valor alimenticio en términos generales es bueno

en contenido de proteínas en primavera y disminuye hacia verano y otoño (Baya, 1973). El pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) por su alto rendimiento y calidad, es uno de los pastos más utilizados para las zonas templadas y semiáridas para la alimentación de vacas lecheras principalmente y para la engorda de bovinos y ovinos en pastoreo (Velasco-Zebadúa *et al.*, 2001). Es una especie nativa del centro y oeste de Europa, es una planta erecta amacollada, perenne de clima templado que se reproduce por semilla y partes vegetativas. El pasto ovilla ha sido estudiado por varios investigadores, entre ellos Villareal *et al.* (2014) quienes observaron que el rendimiento de forraje varió durante el verano, el rendimiento de 11,583 kg MS ha⁻¹ en el pastoreo a una frecuencia baja e intensidad severa, produciendo 58% más forraje que con la frecuencia alta en ambas intensidades, 54% a la frecuencia de baja para la menor intensidad y 34 y 39% para la frecuencia media con la intensidad severa y moderada, respectivamente. En esta estación también se obtuvo la mayor tasa de acumulación de forraje con el tratamiento que obtuvo el mayor rendimiento. Los componentes morfológicos y su contribución en porcentaje al rendimiento de materia seca, en primavera y verano el contenido de hoja fue superior al 80%. El objetivo fue evaluar el rendimiento y componentes morfológicos de una pradera establecida con pasto ovilla en una pradera invadida con malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la pradera de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., a 22° 14' 10" Latitud Norte y 100° 51' Longitud Oeste, a una altura de 1835 msnm con clima seco templado, temperatura media anual de 17.8°C y una precipitación

media anual de 350 mm (García, 2004). Los tratamientos fueron: las estaciones del año (otoño, invierno y primavera). Una pradera sembrada con triticale como cultivo de corte anual en la época de primavera se cosechó y se preparó para la siembra de pasto ovillo mediante un barbecho y un rastreo que posteriormente fue sembrada el 30 de marzo de 2012. Se aplicó fertilizante a razón de 50 kg de Fosfato Diamónico (18-46-00) y 50 kg de urea (46-00-00) a la siembra. Los riegos se realizaron cada 20 días. La parcela se dividió en cuatro potreros de 0.25 ha para realizar los trabajos de campo. Se estimó el rendimiento de materia seca a mediados de las estaciones de otoño, invierno y primavera. La pradera fue pastoreada con ovinos de lana dos ocasiones antes de la siguiente medición en cada estación, cuidando que dejarán aproximadamente 5 cm de altura. Al final del ciclo de crecimiento (otoño, invierno y primavera) se hicieron 10 muestreos en cada potrero de la pradera utilizando el método del cuadrante en zig zag a lo largo y ancho del potrero colocando un cuadrante de 0.5 x 0.5 m en diez ocasiones para tener en total 40 repeticiones, se cortaron las plantas a 5 cm de altura al ras del suelo, se pesaron en una balanza digital con aproximación a 1 g y se registró su peso en verde, posteriormente se tomó una submuestra de 50 g y se colocó en una bolsa de papel estraza y se llevaron a la estufa a 55°C por 72 h para determinar la materia seca. Se midió el rendimiento total de materia verde (RMV) y seca (RMS) en base la muestra del cuadrante y a la submuestra seca, respectivamente. La submuestra se separó en componentes morfológicos para obtener las variables rendimiento de materia seca de hoja (RMSH), de tallos (RMST) y de espiga (RMSES). También se midió el rendimiento de maleza (RMSMAL) separando la maleza de la muestra del cuadrante y se pesó en verde y se llevó una submuestra a la estufa

de aire forzado al igual que las especies de interés. Se midió la altura de planta (ALTP) con una regla, desde la base de la planta al ras del suelo hasta la punta de la inflorescencia. Se realizó una estimación en forma visual en cada cuadrante de las especies presentes. El diseño de tratamientos utilizado fue completamente al azar con 40 repeticiones. Se realizó la prueba de tukey al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable Altura los datos muestran diferencias significativas (Cuadro 1), donde el mayor valor se obtuvo en la estación de otoño que correspondió al primer corte después del establecimiento, esta mayor altura obedece a que las plantas cosechadas que predominaron fueron del pasto llorón. Valores mucho mayores los reportados por Paye (2006) con valores de 26.2 cm para pasto llorón y semejantes a los del pasto ovillo con 23 cm. La variable RMS mostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1), siendo la estación de otoño la que mostró el mayor rendimiento que fue compuesto básicamente de pasto llorón, el cual como es de porte mucho más alto que el ovillo y otros pastos presentes, contribuyó totalmente en el rendimiento de la materia seca. Resultados mucho mayores a los reportados por Paye (2006), quien obtuvo 1309 kg de MS/ha por corte. Villarreal *et al.* (2014) en Chapingo, México en pasto ovillo obtuvieron un rendimiento promedio de materia seca acumulada en la estación de primavera de 5298 kg/ha a una frecuencia de pastoreo de 4 semanas, lo que corresponde a un aproximado de 1324 kg de MS/ha por corte, para verano fue de 1653 y para otoño fue de 1368 kg de MS/ha, valores mucho mayores a los obtenidos en este trabajo. Para RMSH los datos (Cuadro 1) mostraron diferencias significativas entre tratamientos, donde en la estación de invierno y primavera se obtuvieron los mayores resultados, esto se

debió a que en esas dos estaciones el pasto llorón ya no creció como en el primer corte y se suprimió su desarrollo y ya estaba presente el pasto ovilla, el cual muestra mayor cantidad de hoja en proporción al total de la planta con respecto al pasto llorón que morfológicamente presenta una baja proporción de hoja, aspecto que refuerza Villarreal *et al.* (2014), al observar que el 80% de la hoja del pasto ovilla contribuye al rendimiento de la materia seca del pasto en las estaciones de primavera y verano. En lo que se refiere a RMST los datos mostraron diferencias significativas (Cuadro 1), siendo la estación de otoño la que mostró el mayor valor, lo cual obedeció a que el pasto llorón morfológicamente muestra mayor proporción de tallo que las otras especies presentes. El tallo no varió en las estaciones de invierno y primavera cuando la pradera mostró en mayor proporción al pasto ovilla. En cambio Zaragoza *et al.* (2009), observaron que la relación hoja:tallo en pasto ovilla varió estacional y semanalmente, y fue mayor en las primeras dos semanas de crecimiento en verano y otoño y en las tres primeras semanas en invierno y primavera; posteriormente disminuyó de manera progresiva al aumentar la edad del pasto. La mayor relación

hoja:tallo en invierno fue originada por el escaso desarrollo de los tallos, en las primeras cuatro semanas. A partir de la quinta semana se observó un descenso por efecto de las heladas y bajas temperaturas. La variable RMSES mostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1), donde la estación de otoño mostró el mayor valor e incluso en las estaciones de invierno y primavera no se presentaron espigas debido a que no se tuvieron las condiciones ambientales para la emergencia de éstas, además que como el crecimiento era lento se cosechaba antes la pradera con animales y no se dejaron espigar las plantas. Para RMSMAL los datos mostraron diferencias significativas (Cuadro 1), siendo que la estación de otoño la que mostró el mayor valor, esto se debió a que en la estación de otoño era el primer crecimiento de la pradera y todavía existían condiciones ambientales para emergencia de malezas, en cambio para invierno no existieron condiciones para las malezas y emergieron pocas, y para primavera ya se había implantado el pasto orchard y como no se removió el suelo ni en el primer corte se dejaron semillar las plantas, no se tenían condiciones para la emergencia de malezas a pesar de que le ambiente si lo permitía.

Cuadro 1. Comparación de medias de la altura y rendimiento de materia seca y sus componentes morfológicos y de maleza de una pradera mixta de pasto llorón y ovilla en tres estaciones del año. Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. 2012.

| Estación | Altura | RMS | RMSH | RMST | RMSES | RMSMAL |
|-----------|--------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Otoño | 56.1 a | 1716.8 a | 257.5 b | 429.6 a | 642.2 a | 387.5 a |
| Invierno | 14.9 c | 674.3 b | 464.3 a | 35.2 b | 0.0 b | 174.8 b |
| Primavera | 21.3 b | 528.4 b | 453.7 a | 27.6 b | 0.0 b | 47.1 b |
| Media | 30.8 | 973.2 | 391.83 | 164.1 | 214.1 | 203.1 |
| DMS | 6.1 | 286.3 | 110.3 | 100.0 | 132.1 | 174.8 |

a,b..Letras diferentes muestran diferencias significativas, RMS=Rendimiento de materia seca, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RMSES=Rendimiento de materia seca de espiga, RMSMAL=Rendimiento de materia seca de maleza, DMS=Diferencia mínima significativa.

CONCLUSIONES

En el primer crecimiento de la pradera que fue en otoño predominó el pasto llorón

porque había semilla presente de las malezas del año anterior y las condiciones ambientales y del suelo permitían su

emergencia y por su agresividad predominó ante el pasto ovilla y otras especies. En las estaciones de invierno y primavera no presentó condiciones para el desarrollo del pasto llorón y otras especies anuales, lo que permitió la implantación del pasto ovilla aunque con menor rendimiento que el pasto llorón. Las condiciones permitieron obtener forraje abundante en el primer ciclo para la alimentación animal sin perjudicar posteriormente la implantación del pasto principal que fue el ovilla.

LITERATURA CITADA

- Baya C., E. M. 1973. Importancia del pasto llorón. Hemisferio Sur, Bs.As. 87 pag.
- Beltrán L., S.; Loredó O., C.; García C., A. 2009. Llorón imperial y garrapata hércules nuevas variedades de pastos para el Altiplano de San Luis Potosí. San Luis Potosí. INIFAP.
- Gómez de Barreda F., D. 2005. Praticultura. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 250 pag.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. Series Libros Núm. 6. Instituto de Geografía. UNAM. México. 90 pag.
- Paye P., F. O. 2006. Evaluación agronómica y comparación de rendimiento en seis especies forrajeras plurianuales, bajo condiciones de secano en Letanías, Provincia Ingavi. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Oficina IICA Bolivia.
- Velasco-Zebadúa, M. E.; Hernández-Garay, A.; González-Hernández, V. A.; Pérez-Pérez, J.; Vaquera-Huerta, H.; Galvis S., A. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.). *Téc Pecu Méx*; 39:1-14.
- Villarreal G., J. A, Hernández G., A.; Martínez H., P. A.; Guerrero R., J. D.; Velasco Z., M. E. 2014. Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. *Rev Mex Cienc Pecu*; 5(2):231-245.
- Zaragoza E., J.; Hernández-Garay, A.; Pérez P., J.; Herrera H., J. G.; Osnaya G., F.; Martínez H., P. A.; González M., S. S.; Quero C., A. R. 2009. Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovilla. *Tec Pecu Méx*; 47(2):173.188.

CONTROL QUÍMICO DE MALEZA PARA REHABILITACIÓN DE UNA PRADERA DE PASTO PANGOLA

CHEMICAL WEED CONTROL FOR REHABILITATION OF A PANGOLA GRASSLAND

Javier F. Enríquez Quiroz^{1*}, Daniel Martínez Mendez², Valentín A. Esqueda Esquivel³, Alfonso Hernández Garay²

¹Campo Experimental La Posta, CIRGOC, INIFAP. Km 22.5 Carretera Federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro, municipio de Medellín, Ver. C.P. 94277. Tel: 01 (229) 2 62 22 03. ²Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. ³Campo Experimental Cotaxtla, CIRGOC, INIFAP. *enriquez.javier@inifap.gob.mx

RESUMEN

Debido a que la baja producción de las praderas degradadas afecta la rentabilidad de las unidades de producción, se condujo un estudio con el objetivo de evaluar el efecto del control químico de maleza con diferentes herbicidas (2,4-D amina, picloram + 2,4-D, metsulfurónmetil) para recuperar la producción de una pradera de pasto Pangola en Medellín, Veracruz, en clima cálido húmedo. El experimento se condujo de agosto a septiembre de 2013. Las variables medidas fueron cobertura, control de malezas, densidad de malezas y materia seca (MS). Al inicio, la pradera tenía una cobertura de pasto Pangola de 23%, otras gramíneas de 1% y malezas de 46%, y la densidad de malezas era de 28.7 plantas m⁻². *Baltimora recta* L. fue la principal especie del complejo de malezas. Los tres herbicidas controlaron eficientemente el complejo de malezas, con valores que oscilaron entre 94 y 99% a los 45 días después de aplicar los herbicidas. La producción de biomasa de pasto Pangola fue diferente ($p \leq 0.05$) en todos los tratamientos con relación al testigo, que produjo 3556 kg ha⁻¹ de MS, mientras la producción de MS de los tratamientos herbicidas fue superior a 5165 kg ha⁻¹. Se concluye que los herbicidas tuvieron un eficiente control de malezas, incrementando la producción de MS. Además, el control químico de la maleza mejoró la cobertura y la producción de biomasa de la pradera de pasto Pangola.

Palabras clave: *Baltimora recta* L., Pangola, control de maleza, biomasa.

ABSTRACT

Due to low production of degraded grasslands affects the profitability of the production units, a study was conducted in order to evaluate the effect of chemical control of weeds with different herbicides (2,4-D amine, picloram + 2,4-D, metsulfuron methyl) to recover the production of a Pangolagrassland in Medellín, Veracruz, in warm wet weather. The experiment was conducted from August to September 2013. The variables measured were covering, weed control, weed density and dry matter (DM). Initially, the grassland had a 23% coverage of Pangolagrass, 1% of other grasses, 46% of weeds, and the weed density was 28.7 plants m⁻². *Baltimora recta* L. was the main species of the weed complex. The three herbicides effectively controlled the weed complex, with values ranging between 94 and 99% at 45 days after applying herbicides. Biomass production of Pangolagrass was different ($p \leq 0.05$) in all herbicide treatments in relation to the weedy check, which produced 3556 kg ha⁻¹ of DM, whereas the production of DM of the herbicide treatments was higher than 5165 kg ha⁻¹. It is concluded that the herbicides had an efficient weed control, increasing the production of DM. In addition, chemical weed control improved coverage and biomass production of the Pangola grassland.

Keywords: *Baltimora recta* L., Pangola, weed control, biomass.

INTRODUCCIÓN

En la región tropical del estado de Veracruz, la principal fuente de alimentación de la ganadería bovina la constituyen las praderas (Calderón *et al.*, 2007). En los sistemas de

producción animal basados en praderas, tanto la producción de forraje, como la persistencia de ésta son factores importantes para la sostenibilidad del sistema (Ramírez *et al.*, 2011). El pasto Pangola (*Digitaria*

decumbens Stent) es considerada una especie forrajera importante en la regiones tropicales (Canudas-Lara, 1988). En promedio, una pradera produce de 11 a 22 t ha⁻¹ de materia seca (Enríquez *et al.*, 2011). En las praderas localizadas en la región tropical de Veracruz, hay una gran cantidad de malezas, constituida principalmente por plantas herbáceas y arbustivas (Esqueda *et al.*, 2010). Estas plantas reducen la superficie aprovechable para el pastoreo, compiten por espacio, luz, agua y nutrimentos. Ha sido reportado por varios investigadores que la aplicación de herbicidas es uno de los métodos mas eficientes para el control de la maleza (Esqueda y Tosquy, 2007). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del control químico de malezas con diferentes herbicidas, para recuperar la producción de una pradera degradada de pasto Pangola en la región central de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una pradera de pasto Pangola ubicada en el Campo Experimental La Posta, en Paso del Toro, Medellín, Veracruz, a 19°00'32.2'' de latitud norte, 96°07'48.9'' de longitud oeste a 25 metros de altitud. El clima es Aw¹(w) eg, cálido húmedo, de humedad media, con lluvias en verano, precipitación anual de 1,300 mm y temperatura de 25 °C (García, 2004). El experimento se condujo de agosto a septiembre de 2013. Los tratamientos evaluados fueron 2,4-D amina (958 g i.a. ha⁻¹), picloram + 2,4-D (60 + 600 g i.a. ha⁻¹), metsulfurónmetil (6 g i.a. ha⁻¹) y un testigo enmalezado. Para la aplicación de los herbicidas se utilizó una aspersora manual de mochila equipada con una boquilla de abanico plano 8003, con un gasto de 280 L ha⁻¹; se adicionó un surfactante no iónico en dosis de 250 ml por 100 L de agua. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en un arreglo de bloques al azar con tres

repeticiones en parcelas de 20 x 10 metros. Las variables medidas fueron: 1. Cobertura vegetal antes de aplicar los tratamientos, mediante estimación visual de la superficie ocupada por el pasto Pangola, malezas y suelo descubierto, en cada unidad experimental en dos muestreos de 1 m² al azar, y se reportó en por ciento. 2. Control de maleza, el cual se evaluó mediante la comparación visual de las parcelas que recibieron los tratamientos, para ello se utilizó la escala porcentual, de 0 a 100%, donde 0% significó que las malezas no fueron afectadas y 100% fueron completamente eliminadas (Domínguez, 2011). Se hicieron evaluaciones a los 15, 30 y 45 días después de la aplicación de los tratamientos (DDAT). 3. Producción de biomasa, para lo cual se realizó un corte de la vegetación a 5 cm de altura del suelo a los 45 DDAT, en un área de 1 m² por unidad experimental. Las muestras se pesaron y separaron en pasto Pangola, malezas, otras gramíneas y material muerto. Se registró el peso de cada componente y se tomó una submuestra de 100 a 150 g, a la que se le determinó el contenido de materia seca, en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante. Para el análisis económico se consideró el costo del jornal y la cantidad de jornales necesarios. Los precios de fertilizantes y herbicidas y se ajustaron a una hectárea (CIMMYT, 1988). Con los datos de producción de forraje y costos se calculó el costo marginal (Krugman y Wells, 2006). El análisis de datos de las variables control de malezas y densidad se realizó con el procedimiento GLM del programa SAS, con un diseño en bloques completamente al azar con un diseño en medidas repetidas. La biomasa se analizó con un diseño en bloques completamente al azar. Los datos de cobertura y control de malezas se transformaron con la función arcoseno $\sqrt{\%}$. La comparación de medias se hizo con la

prueba de Tukey al 5 %. (Steel y Torrie, 1988; SAS Institute, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cobertura inicial de la pradera fue 23, 1, 45, 1 y 30% de pasto Pangola, otras gramíneas, malezas de hoja ancha, malezas

ciperáceas y suelo descubierto, respectivamente; la densidad de plantas de malezas de hoja ancha y ciperácea fue de 22.9 y 5.8 plantas m⁻². Las especies de malezas con mayor cobertura y densidad fueron *Baltimora recta* L. e *Ipomoea* sp. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cobertura vegetal y densidad de malezas antes de aplicar los tratamientos, en la pradera de pasto Pangola en Paso del Toro, Medellín, Veracruz.

| Especie | Cobertura (%) | Densidad (Plantas m ⁻²) | Frecuencia (%) |
|----------------------------|---------------|-------------------------------------|----------------|
| Pasto Pangola | 23 b | | 100 a |
| Otras gramíneas | 1 d | | 42 abc |
| <i>Baltimora recta</i> L. | 33 a | 13.7 A | 100 a |
| <i>Ipomoea</i> sp. | 9 c | 3.7 B | 92 a |
| <i>Desmodium</i> spp. | 1 d | 2.9 B | 79 ab |
| <i>Mimosa pudica</i> L. | 1 d | 1.3 B | 67 abc |
| <i>Tridaxprocumbens</i> L. | 1 d | 1.3 B | 54 abc |
| <i>Cyperus rotundus</i> L. | 1 d | 5.8 B | 33 abc |
| Suelo descubierto | 30 a | | 100 a |

Literales diferentes en la misma columna indican diferencia significativa (Tukey con $p \leq 0.05$).

A los 15 días después de la aplicación de los tratamientos, la mezcla picloram + 2,4-D tuvo mayor control de maleza (90%) que metsulfurónmetil y 2,4-D; posteriormente se

incrementó el control de la maleza en los tres tratamientos herbicidas (superior al 94%) y no se observó diferencia entre ellos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Control de maleza por diferentes herbicidas en la pradera de pasto Pangola.

| Tratamiento | DDAT | | |
|------------------|-------|-------|-------|
| | 15 | 30 | 45 |
| Testigo | 0 dA | 0 bA | 0 bA |
| Metsulfurónmetil | 50 cB | 94 aA | 94 aA |
| Picloram + 2,4-D | 90 aB | 99 aA | 99 aA |
| 2,4-D | 62 bB | 98 aA | 98 aA |

DDAT=Días después de la aplicación de los tratamientos. Literales minúsculas comparan valores en columna, literales mayúsculas comparan valores en fila, diferente literal indica diferencia estadística (Tukey, $p \leq 0.05$).

La biomasa total acumulada a los 45 DDAT no fue estadísticamente diferente ($p > 0.05$), pero sí fue diferente su composición botánica. En el testigo se presentó la menor biomasa de pasto Pangola ($p \leq 0.05$) (3,556

kg ha⁻¹MS), representando el 61% de la biomasa total, mientras que en los tratamientos de control de maleza, ésta fue del 88 al 92% de la materia seca total. En malezas de hoja ancha, en los tres

tratamientos de control químico de la maleza ésta fue menor del 5%, y en el testigo fue 35% de la biomasa total. En biomasa de otras gramíneas, con picloram + 2,4-D se

observó la mayor biomasa, y entre los otros tratamientos no se presentó diferencia estadística (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto del control químico de la maleza en la biomasa (kg ha^{-1} de MS) acumulada en la pradera de pasto Pangola a los 45 días después de aplicar los tratamientos.

| Tratamiento | Pangola | Otras gramíneas | Maleza | MM | Total |
|------------------|---------|-----------------|--------|-------|--------|
| Testigo | 3556 B | 0 b | 2074 a | 236 a | 5866 a |
| Metsulfurónmetil | 5277 A | 0 b | 246 b | 197 a | 5720 a |
| Picloram + 2,4-D | 5165 A | 497 a | 0 b | 117 a | 5779 a |
| 2,4-D | 5768 A | 56 b | 80 b | 615 a | 6519 a |

Literales diferentes en la misma columna indican diferencia significativa (Tukey con $p \leq 0.05$).

En lo que respecta a costos para el control de maleza, el tratamiento más costoso fue el picloram + 2,4-D, y también fue el que presentó el mayor costo marginal, es decir que cada kilogramo de pasto Pangola

obtenido por el control de la maleza costó más ($0.40 \$ \text{kg}^{-1}$ de MS), mientras que con metsulfurónmetil y con 2,4-D, el costo de cada kilogramo de pasto Pangola fue menor (Cuadro 4).

Cuadro 4. Costos total y marginal de los tratamientos de rehabilitación de la pradera de pasto Pangola.

| Tratamiento | Dosis de i.a. g ha^{-1} | Costo $(\$ \text{ha}^{-1})$ | Biomasa (kg MS ha^{-1}) | Costo marginal $(\$ \text{kg}^{-1} \text{MS})$ |
|------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---|
| Testigo | - | 0 | 3556 | - |
| 2,4-D | 958 | 480 | 5768 | 0.22 |
| Picloram + 2,4-D | 60 + 600 | 640 | 5165 | 0.40 |
| Metsulfurónmetil | 10 | 400 | 5277 | 0.23 |

i. a. = Ingrediente activo.

CONCLUSIONES

Los herbicidas 2,4-D ($958 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), metsulfurónmetil (6 g i.a. ha^{-1}) y picloram + 2,4-D ($192 + 720 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) controlaron eficientemente el complejo de malezas, en el que la especie dominante fue *Baltimora recta* L.

El controlar la maleza con 2,4-D ($958 \text{ g i.a. ha}^{-1}$), metsulfurónmetil (6 g i.a. ha^{-1}) y picloram + 2,4-D ($192 + 720 \text{ g i.a. ha}^{-1}$) favoreció el desarrollo del pasto Pangola, lo que se manifestó en una mayor producción de biomasa.

LITERATURA CITADA

Calderón, R. R. C., Hernández, V. J. O., Olazarán, J. S., Ramírez, G. J. J. M., Rosete, F. J. V., Ríos, U. A., Galaviz, R. J. R., Vega, M. V. E., Castañeda, M. O. G., Aguilar, B. U. y Lagunes, L. J. 2007. Manual ilustrado para el manejo de la lechería tropical especializada con bovinos. Libro Técnico Núm. 18. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental La Posta. Sitio Experimental Las Margaritas. Puebla, México. 133 p.

- Canudas-Lara, E. G. 1988. Response of a Pangola Digitgrass-Glycine pasture to grazing management. Doctor of Philosophy Thesis. University of Florida. Gainesville, FL, USA. 115 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT. México, D. F. 79 p.
- Domínguez, V. J. A. 2011. Metodología para la evaluación de herbicidas. *In*: Bojórquez, B. G., Rosales, R. E., Zita, P. G., Vargas, T. V. y Esqueda, E. V. A. (coords.). Manejo de malezas en México. Vol. 1. Maleza terrestre. Universidad Autónoma de Sinaloa. ASOMECEMA A. C. Culiacán, Sinaloa, México. pp:53-68.
- Enríquez, Q. J. F., Meléndez, N. F., Bolaños, A. E. D. y Esqueda, E. V. A. 2011. Producción y Manejo de Forrajes Tropicales. Libro Técnico Núm. 28. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental La Posta. Veracruz, México. 404 p.
- Esqueda, E. V. A., Montero, L. M. y Juárez, L. F. I. 2010. El control de arvenses en la productividad y calidad del pasto Llanero. *Agronomía Mesoamericana* 21(1):145-157.
- Esqueda, E. V. A. y Tosquy, V. O. H. 2007. Efectividad de métodos de control de malezas en la producción de forraje del pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). *Agronomía Mesoamericana* 18(1):1-10.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4^a. ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.
- Krugman, P. and Wells, R. 2006. Introducción a la economía. Microeconomía. Ruiz-Andújar, J. (coord. de traducción). Editorial Reverté. Barcelona, España. 537 p.
- Ramírez, R. O., da Silva, S.C., Hernández, G. A., Enríquez, Q. J. F., Pérez, P. J., Quero, C. A. R. y Herrera, H. J. G. 2011. Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv. 'Mombaza' cosechado en diferentes intervalos de corte. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34(3):213-220.
- SAS (Statistical Analysis System) Institute. 2002. Software version 9 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Steel, R. G. D. y Torrie, J. H. 1988. Bioestadística, principios y procedimientos. 2^a. ed. Mc. Graw Hill. México, D. F. 622 p.

RENDIMIENTO DE FORRAJE DE DIFERENTES ECOTIPOS DE *Brachiaria brizantha* INTRODUCIDOS DE ÁFRICA, A LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ.

FORAGE YIELD OF DIFFERENT ECOTYPES OF *Brachiaria brizantha* INTRODUCED AFRICA, AT THE CENTRAL REGION OF VERACRUZ.

Javier F. Enríquez Quiroz^{1*}, Francisco E. Cab Jimenez¹, José Francisco Villanueva Avalos²

¹C. E. La Posta, Km 22.5. Carretera Federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro. Municipio de Medellín de Bravo. Ver. C.P. 94277.
Tel: 01 (229) 2 62 22 03. CIRGOC, INIFAP, ²Campo Experimental El Verdineño CIR-Pacífico-Centro INIFAP.

*enriquez.javier@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la adaptación y selección preliminar de diferentes genotipos de *Brachiaria brizantha*, en clima cálido subhúmedo. Se evaluaron 13 genotipos de *Brachiaria brizantha* procedentes del Banco de germoplasma de especies forrajeras del International Livestock Research Institute (ILRI) de África. Los materiales se establecieron en parcelas de 5 m lineales, con una distancia entre plantas de 1 m y entre parcelas y de 2 m. Las plantas se desarrollaron originalmente en vivero y posteriormente fueron trasplantadas a campo. Se midió la capacidad de adaptación inicial con variables como altura de planta, cobertura, y producción de forraje. El Diseño experimental fue en Bloques completos al azar, en donde cada planta fue considerada como una repetición. Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza y comparación de medias mediante Tukey. Los resultados indican que en la producción de forraje hubo diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos, en donde el ecotipo más productivo fue *B. brizantha* 13151D, el cual alcanzó un rendimiento de $2,005 \text{ g MS}^{-1} \text{ m}^2$, mientras que el más bajo fue el ecotipo 13499D, con valores $514 \text{ g MS}^{-1} \text{ m}^2$. También hubo diferencias entre genotipos en altura, y producción de biomasa de hoja y tallo. Se concluye que los genotipos más destacados fueron: *B. brizantha* 13151D, 13545D, 13584D, 14809D, los cuales tuvieron una producción de biomasa alta.

Palabras clave: Pastos tropicales, *Brachiaria brizantha*, materia seca, adaptación.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the adaptation and preliminary selection of different genotypes of *Brachiaria brizantha*, in warm humid weather. 13 genotypes of *Brachiaria brizantha* germplasm from the Bank of International forage Livestock Research Institute (ILRI) in Africa were evaluated. The materials were established in plots of 5 linear m, with a distance between plants of 1 m between plots and 2 m. The plants were originally developed in the nursery and were subsequently transplanted to the field. Initial capacity of adaptation to variables such as plant height, coverage, and forage production was measured. The experimental design was completely randomized, where each plant was considered a repetition blocks. The results were analyzed by analysis of variance and comparison of means by Tukey. The results indicate that forage production were differences ($P < 0.05$) between treatments, where the most productive ecotype was *B. brizantha* 13151D, which reached a yield of $2.005 \text{ g MS}^{-1} \text{ m}^2$, while the lowest was The 13499D ecotype, with values $514 \text{ g MS}^{-1} \text{ m}^2$. There were also differences between genotypes in height, and biomass production of leaf and stem. We conclude that the most important genotypes were: *B. brizantha* 13151D, 13545D, 13584D, 14809D, which had a high biomass production.

Key words: Tropical grasses, *Brachiaria brizantha*, dry matter, adaptation.

INTRODUCCIÓN

El género *Brachiaria* spp. tiene una amplia diversidad genética natural, de la cual se encuentran colecciones en los bancos de

germoplasma de al menos siete instituciones de investigación en el mundo, con un total de 687 accesiones de 21 especies (Keller-Grein *et. al.*, 1996). La evaluación de germoplasma

de *Brachiaria*, Do Valle (1990) señala que de una evaluación de 343 accesiones, logró seleccionar 12 de ellas por su desempeño agronómico (mayor producción de materia seca foliar y resistencia a salivazo) y considerados como materiales clave que pudieran ser utilizados como progenitores para realizar mejoramiento genético o bien en evaluaciones bajo pastoreo para explorar su capacidad productiva con posibilidades de ser lanzados o liberados en el mercado. Vallejos *et al.*, (1989) evaluaron una colección de 136 ecotipos que incluían 10 especies del género *Brachiaria* en donde se encontraron fuertes diferencias en rendimiento de materia seca, relación hoja tallo, contenido de proteína cruda, digestibilidad in vitro, altura y cobertura y tolerancia a plagas y enfermedades entre los ecotipos en estudio, reduciendo dicha colección a 32 ecotipos promisorios de seis especies. Lo anterior, confirma las bondades y ventajas de evaluar colecciones monoespecíficas de germoplasma en un ecosistema determinado ya que esto permite obtener un avance sustancial en el proceso de selección. La investigación que se ha realizado en los últimos años en esta especie va encaminada a la selección de nuevos ecotipos, dada la diversidad natural que se ha colectado en sus centros de origen de las cuales se tienen alrededor de 400 ecotipos de *B. brizantha* conservados en los diferentes bancos de germoplasma de diversas instituciones de investigación a nivel mundial (Keller-grein *et al.*, 1996). El objetivo es identificar materiales “elite” con mayor adaptación al ambiente, tolerancia a plagas y enfermedades rendimiento de forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

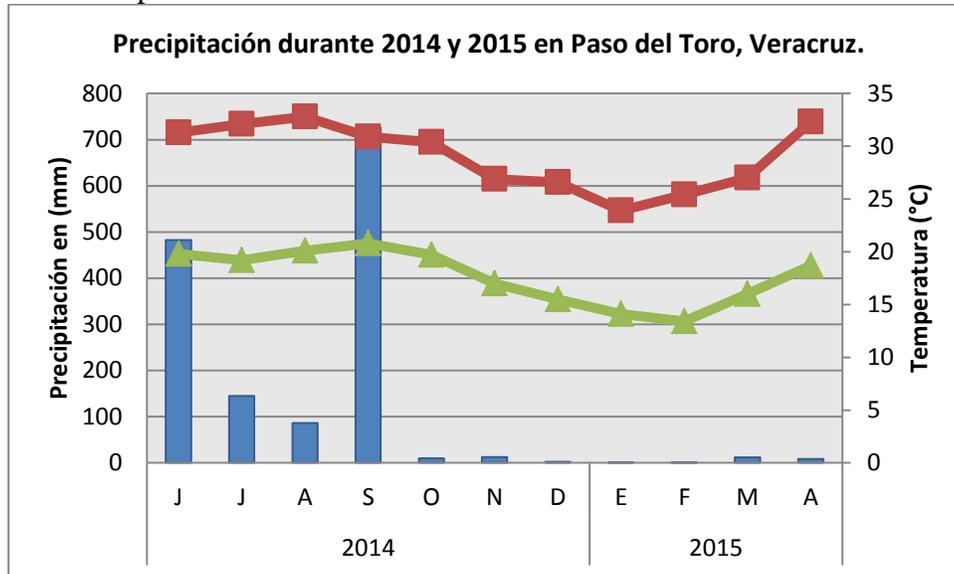
Esta prueba comprende los resultados del segundo año de evaluación, la cual se llevó a cabo en el campo experimental “La Posta” de Paso del Toro, Veracruz, localizado en el km. 22.5 de la carretera libre Veracruz-Córdoba, en las coordenadas que forman el paralelo 19° 02′

de latitud Norte con el meridiano 96° 08′ de longitud Oeste. Según la clasificación climática de Koppen modificada por García (1987), el clima en el área de influencia de “La Posta”, corresponde al intermedio del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw₁), con temperaturas media de 25.4°C y precipitación de 1337 mm, con 1379 mm de evaporación. La altitud es de 16 m.s.n.m. Los suelos son clasificados como vertisoles, con pH ácido de 5.4, textura arcillosa y con un contenido de materia orgánica, de alrededor del 2.6 %. Los materiales en evaluación fueron 13 ecotipos *Brachiaria brizantha*, recolectados en su centro de origen en diferentes países de África los cuales forman parte de la colección del Banco de Germoplasma del ILRI (International Livestock Research Institute), ubicado en Etiopía. Las plantas se sembraron en charolas de poliestireno y posteriormente se trasplantaron a bolsas de vivero, las cuales una vez establecido el temporal fueron establecidas seis plantas en un surco a una distancia de 1 m entre plantas y 2 m entre parcelas. El 3 de marzo de 2015 se realizó un corte de uniformización de los pastos y se midió la producción de forraje dos meses después el día 5 de mayo del 2015, para un tiempo total de crecimiento de 62 días, en plena época seca. El corte se realizó a una altura de 30 cm para las plantas amacolladas, y 10 a 15 cm para las especies decumbentes y rastreras, respectivamente. Cosechando toda la planta y considerando cada una de las tres plantas muestreadas como una repetición. El forraje cosechado se separó en hoja y tallo, además se midió la altura de planta y cobertura en un marco de 50 X 50 cm. La tasa de crecimiento se determinó dividiendo la producción por planta entre el número de días en crecimiento. Se utilizó un diseño e bloques completos al azar y la comparación de medias en los casos pertinentes se utilizó la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación pluvial y temperaturas que prevalecieron en el sitio experimental durante la evaluación de los materiales se presentan en la Figura 1. En la época de lluvias que abarco de junio a octubre se registraron 1449 mm, en nortes de noviembre a febrero 16.2 mm y en la época seca. (marzo a mayo), 20.2 mm. Las variaciones en la temperatura también fueron

importantes, particularmente en los meses de diciembre a febrero, en este último mes ocurrieron las más bajas temperaturas con un promedio 13.4 °C y las temperaturas máximas se registraron en agosto con 32.8 °C. Durante el periodo de crecimiento de marzo (11.8 mm) y abril (8,4 mm) fue el tiempo durante el cual se realizó la cosecha del forraje producido.



En el Cuadro 1, se muestra que la altura de plantas registro diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos, con valores de 27 a 57 cm al momento del corte, en donde el valor más alto lo obtuvieron los el ecotipos 13548d y 13157D, mientras la menor altura la tuvo el ecotipo 13497D. Con respecto a la cobertura alcanzada por los genotipos, no reflejo diferencias ($P > 0.05$) entre los materiales evaluados, sin embargo, los valores oscilaron de 75 a 100 % de cobertura. La producción de forraje de los materiales en evaluación en el muestreo realizado tuvo diferencias ($P < 0.05$) entre ellos, en donde el ecotipo más productivo fue *B. brizantha* 13151D, el cual alcanzo un rendimiento de $2,005 \text{ g MS}^{-1} \text{ m}^2$, mientras que el más bajo fue el ecotipo 13499D, con valores $514 \text{ g MS}^{-1} \text{ m}^2$. En la proporción de hoja y

tallo, hubo diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos, lo cual es producto de la diversidad entre los ecotipos en evaluación. Para hoja la mayor proporción fue alcanzada por el ecotipo 13545D, con $776 \text{ g MS}^{-1} \text{ m}^2$ y la más baja con el ecotipo 13499D, con un valor de $248 \text{ g MS}^{-1} \text{ m}^2$. Con respecto la producción de biomasa de tallos la más alta fue de $1291 \text{ g MS}^{-1} \text{ m}^2$ para el ecotipo 13151D, y la más baja fue 16550D con valores de $164 \text{ g MS}^{-1} \text{ m}^2$, para el ecotipo 16550D. Cabe señalar que estas variaciones en la producción de forraje son reflejo de la diferencias entre genotipos, los cuales muestran su potencial de producción acordes a un determinado ambiente en el cual se desarrollan, lo que permite seleccionar a los más sobresalientes acordes al interés del sistema de producción.

Cuadro 1. Producción de materia seca (kg/ha) de diferentes ecotipos de *B. brizantha* en la localidad de Paso del Toro, Veracruz.

| Cultivar | Nº ILRI | Altura (cm) | Cobertura (%) | Producción (g MS m ²) | MS hoja (g MS m ²) | MS tallo (g MS m ²) |
|---------------------|----------|-------------|---------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <i>B. brizantha</i> | 14809D | 42 abcd | 90 | 1468 abc | 543 abc | 925 ab |
| <i>B. brizantha</i> | 13368D | 32 cd | 90 | 946 bc | 446 abc | 500 bcs |
| <i>B. brizantha</i> | 13497D | 27d | 75 | 593 c | 286 bc | 308 cd |
| <i>B. brizantha</i> | 13758D | 37bcd | 93 | 769 bc | 567 abc | 202 d |
| <i>B. brizantha</i> | 13584D | 57 a | 97 | 1207 abc | 605 abc | 602 bcd |
| <i>B. brizantha</i> | 13545D | 47 abc | 93 | 1624 ab | 766 a | 858 abc |
| <i>B. brizantha</i> | 13151D | 57 a | 100 | 2005 a | 714 ab | 1291a |
| <i>B. brizantha</i> | 13346D | 48 ab | 87 | 925 bc | 459 abc | 466 bcd |
| <i>B. brizantha</i> | 13456D | 45 abc | 87 | 823 bc | 443 abc | 380 bcd |
| <i>B. brizantha</i> | 16550D | 28 d | 97 | 514 c | 350 abc | 164 d |
| <i>B. brizantha</i> | 13462D | 28 d | 97 | 894 bc | 442 abc | 452 bcd |
| <i>B. brizantha</i> | 13653D | 38 bcd | 100 | 871 bc | 430 abc | 441 bcd |
| <i>B. brizantha</i> | 13499D | 33 bcd | 90 | 532 c | 248 c | 284 d |
| | PROMEDIO | 40 | 92 | 1013 | 485 | 528 |

Medias en la misma columna con Diferente literal son diferentes entre sí (Tukey $P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

Los genotipos más destacados en esta evaluación preliminar fueron *B. brizantha* 13151D, 13545D, 13584D, 14809D, los cuales tuvieron una producción de biomasa alta, sin embargo es necesario continuar con su evaluación durante el año para seleccionar los más productivos.

LITERATURA CITADA

Do Valle, C. 1990. Seleccion e melhoramento de gramíneas do genero *Brachiarias* perspectivas de lançamento. In: Peres R.M.; Alcántara, P.B.; Justo, C.; Tolfo, E.; Camargo, C. L.C.; Pereira, C.A.; Salvador, P.R.; Saes, J.M.; Silva-Filho, J.P.; Mecelis, N.R.; Silva, A.F.; Geraldini-Junior, G.; Chagas, P.D.; Favoretto, V.; Santos, Filho, L.; (eds) Encontro sobre producao de sementes de plantas forrageiras 4, Sao Jose do Rio Preto Brasil. 1990. 16 p.

García E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4^a ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.

Keller-Grein G. Mass., L., B. y Hanson., J. 1996. Natural variation in *Brachiaria* Species In: J.W. Miles, B.L.Mass and C.B. do Valle.(eds.) *Brachiaria* Biology, Agronomy, and Improvement. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT publication n° 259) pp. 16-42.

Vallejos, A.; Pizarro, E.A; Chávez, C.; Pezo, D. Ferreira, P. 1989. Evaluación agronómica de Gramíneas en Guápiles, Costa Rica. 1 Ecotipos de *Brachiaria*. Pasturas Tropicales. 11 (2) 2-9.

SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. (2002).

RENDIMIENTO DE FORRAJE DE PASTOS TROPICALES CON FERTILIZACIÓN Y RIEGO VS MANEJO TRADICIONAL, EN LA REGIÓN CENTRAL DE VERACRUZ. SEGUNDO AÑO.

FORAGE YIELD OF TROPICAL GRASSES WITH FERTILIZATION AND IRRIGATION VS. TRADITIONAL MANAGEMENT IN THE CENTRAL REGION OF VERACRUZ. SECOND YEAR.

Javier F. Enríquez Quiroz^{1*}, Maribel Montero Lagunes¹, Francisco I. Juárez Lagunes², Francisco E. Cab Jiménez¹, Gregorio Núñez Hernandez³

C. E. La Posta, Km 22.5. Carretera Federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro. Municipio de Medellín de Bravo. Ver. C.P. 94277. Tel: 01 (229) 2 62 22 03. CIRGOC, INIFAP, ²FMVZ-UV, ³C. E. La Laguna, CIR-Norte-Centro INIFAP.

*enriquez.javier@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo fue comparar el efecto de la fertilización + riego vs manejo tradicional, evaluandose seis pastos tropicales sobre el rendimiento de forraje durante el año, en clima cálido subhúmedo. Se utilizaron: Maralfalfa (*Pennisetum* sp), Mombaza (*Panicum maximum*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Dictyoneura (*B. humidicola*), Estrella (*Cynodon plectostachyus*) y Mulato (*B. ruziziensis* X *B. brizantha*). Las parcelas midieron 12.5 m² con 1 m² de área de muestreo. Se fertilizó con la dosis 250 - 60, kg ha⁻¹ de N y P, se aplicó todo el P y 25 kg de N ha⁻¹ después de cada corte; el riego por goteo se aplicó dos veces por semana en las épocas de nortes y seca. Se determinó el rendimiento de materia seca (MS), cosechada cada 35 días. El Diseño experimental fue en Bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, la parcela grande fue la especie y la subparcela el manejo, con tres repeticiones. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza y comparación de medias con Tukey. Hubo diferencias entre especies ($P \leq 0.05$) para rendimiento en la época de nortes, seca y total anual, siendo Dictyoneura el mejor con una producción de 18887 kg de MS ha⁻¹. La práctica de fertilización + riego mostró diferencias entre tratamientos y épocas, con una producción anual de MS fue de 26,348 kg ha⁻¹ y el manejo tradicional con 7,350 kg ha⁻¹. La fertilización + riego produjo 258 por ciento más MS al año, que el manejo tradicional.

Palabras clave: Fertilización, riego, pastos tropicales, materia seca.

ABSTRACT

The objective was to compare the effect of irrigation plus fertilization vs. traditional management evaluating six tropical grasses on forage annual yield, under sub humid warm climate. Maralfalfa (*Pennisetum* sp), Mombaza (*Panicum maximum*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Dictyoneura (*B. humidicola*), Estrella (*Cynodon plectostachyus*) and Mulato (*B. ruziziensis* X *B. brizantha*) were used. Each grass was established in three-12.5 m² experimental plots with a sampling area of 1 m². Fertilization formula was 250-60 kg ha⁻¹ of N-P. All the phosphorous and 25 kg ha⁻¹ of N after each cutting were applied; irrigation by dripping was applied twice a week during the winter and dry seasons. Forage was cut every 35 days, and DM yield was determined. A Complete Random Block Design with a split plot arrangement was performed, where the large plot was the grass specie and the small plot was management. Data were analyzed by ANOVA, and Tukey test for mean comparison was performed using SAS software. There were differences among grasses ($P \leq 0.05$) for DM annual yield and for DM rainy season yield, being Dictyoneura the best with 18,887 kg ha⁻¹ respectively. Fertilization plus irrigation vs. traditional management were different ($P \leq 0.05$) for DM annual yield, 26,348 vs. 7,350 kg ha⁻¹ respectively. Fertilization plus irrigation produced 258% more DM annual yield than the traditional management.

Key words: Fertilization, irrigation, tropical grasses, dry matter yield.

INTRODUCCIÓN

En el trópico mexicano, uno de los principales problemas del ganado en pastoreo es la subalimentación. La producción de leche y carne de bovino en trópico se basa fundamentalmente en el pastoreo y por lo mismo la calidad del forraje tiene un efecto directo sobre la producción animal ya que es la principal fuente de energía y proteína. Diversos factores afectan la producción y calidad del forraje, los más importantes son la especie y variedad del mismo, estado fenológico al momento de la cosecha, fertilidad del suelo, las prácticas agronómicas de fertilización y riego, además factores climáticos (temperatura ambiental, precipitación pluvial, duración del día etc.), que determinan variaciones estacionales en la producción y calidad nutricional (Reyes *et al.*, 2009). En los últimos años se ha incrementado la oferta de nuevas especies y cultivares de pastos, de algunos de ellos se dispone de poca información técnica sobre su adaptación y productividad bajo cierto tipo de manejo, por lo que la necesidad de seleccionar la especie idónea acompañada de las prácticas agronómicas para cada región, es un requisito indispensable para mantener la más alta productividad de la empresa ganadera (Enríquez *et al.*, 2011). Así mismo, factores ambientales adversos como bajas temperaturas, alta nubosidad, vientos fuertes, días más cortos que ocurren de noviembre a febrero, época de nortes; al igual que la escasa o nula disponibilidad de humedad en el terreno por falta de lluvias de marzo a mayo (época seca), son factores que repercuten en un menor desempeño en el crecimiento de las plantas. Situación que limita el desarrollo del ganado en la región central del golfo de México. Por lo anterior el objetivo del presente, fue evaluar la producción de forraje de diferentes especies y cultivares de pastos con fertilización +

riego y sin fertilización ni riego en su segundo año de evaluación.

MATERIALES Y MÉTODOS

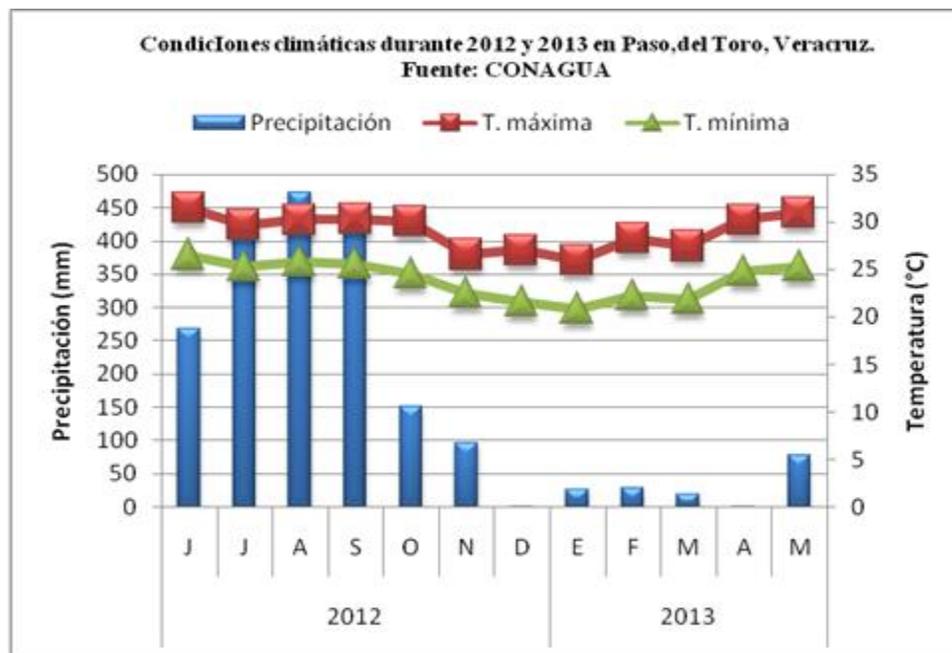
Esta prueba comprende los resultados del segundo año de evaluación, la cual se llevó a cabo en el campo experimental “La Posta” de Paso del Toro, Veracruz, localizado en el km. 22.5 de la carretera libre Veracruz-Córdoba, en las coordenadas que forman el paralelo 19° 02' de latitud Norte con el meridiano 96° 08' de longitud Oeste. Según la clasificación climática de Koppen modificada por García (1987), el clima en el área de influencia de “La Posta”, corresponde al intermedio del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw_1), con temperaturas media de 25.4°C y precipitación de 1337 mm, con 1379 mm de evaporación. La altitud es de 16 m.s.n.m. Los suelos son clasificados como vertisoles, con pH ácido de 5.4, textura arcillosa y con un contenido de materia orgánica, de alrededor del 2.6 %. Las especies de forrajeras evaluadas fueron: Mombaza (*Panicum maximum*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Mulato (*B. ruziziensis* X *B. brizantha*), Dictyoneura (*B. humidicola*), Estrella (*Cynodon plectostachyus*) y Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*). La cosecha se realizó cada 35 días. Las parcelas tuvieron dimensiones de 12.5 m², con un área de muestreo 1 m², para cada uno de los tratamientos. Las gramíneas recibieron una fertilización de 250-60-00, kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, P y K, se aplicaron 25 kg de N después de cada corte, el fósforo se aplicó en una sola ocasión al inicio de la época de lluvias. Se aplicó riego por goteo dos veces por semana procurando dejar el suelo a capacidad de campo. La altura de corte varió de acuerdo al hábito de crecimiento de cada especie: los pastos Mombaza y Maralfalfa de crecimiento erecto se cortaron a 30 cm y el resto de los pastos a 15 cm. Variables medidas: Producción de materia seca

estacional y anual por pasto. Se tomó una submuestra de 200 g de cada parcela las cuales se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela grande fue la especie forrajera y la subparcela el manejo (tradicional vs fertilización + riego). La información se analizó utilizando el paquete estadístico SAS 2002 y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con un $P \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación pluvial y temperaturas que prevalecieron en 2012 y 2013, durante el periodo experimental, se muestran en la

Figura 1. En la época de lluvias se registraron 1752 mm, en nortes 152 mm y en la época seca 98 mm, ocurridos en un periodo de 140 días (junio a octubre), 105 (noviembre a marzo) y 105 días (marzo a mayo), respectivamente, lo que se reflejó en la producción de los pastos evaluados. Las variaciones en la temperatura también fueron importantes, particularmente en los meses de diciembre a febrero, tiempo durante el cual ocurren bajas temperaturas en promedio mensual con 20.8 °C que ocurrieron en enero y promedio mensual de temperatura máximas de 31.4 registrados en junio, las cuales influyen de manera positiva o negativa hasta cierto punto, en el crecimiento de los pastos.



La producción total de materia seca por época y anual de las especies en estudio se presenta en el Cuadro 1. En donde se observa que no hubo diferencias ($P \geq 0.05$), entre especies en la producción para las épocas de lluvias; en la época de nortes el pasto estrella fue diferente en producción al resto de las especies; y para la época seca y

el total anual sobresale el pasto *Dictyonera* que fue superior al resto de los tratamientos, con una producción anual de 18,887 y el Mombaza con 18,187 kg ha⁻¹ año⁻¹. La distribución de la producción por época fue de 40% para la época de lluvias, 25 % para nortes y 35 % se produjo en la época seca.

Cuadro 1. Producción de materia seca(kg/ha) estacional, en la localidad de Paso del Toro, Veracruz.

| Especie | Cultivar | Lluvias | Nortes | Seca | Total |
|--------------------------------------|-------------|---------|--------|---------|----------|
| <i>B. humidicola</i> | Dictyoneura | 7140 | 4210 a | 7636 a | 18887 a |
| <i>B. brizantha</i> | Insurgente | 5645 | 4528 a | 5341 bc | 15515 ab |
| <i>Pennisetum sp.</i> | Maralfalfa | 6262 | 4739 a | 6745 ab | 17746 ab |
| <i>P. maximum</i> | Mombaza | 8317 | 4313 a | 5556 bc | 18187 a |
| <i>B. brizantha X B. ruziziensis</i> | Mulato | 7792 | 4506 a | 5310 bc | 17509 ab |
| <i>C. plectostachyus</i> | Estrella | 5641 | 2616 b | 4893 c | 13151 b |

Medias en la misma columna con Diferente literal son diferentes entre sí (Tukey $P \leq 0.05$).

La respuesta a la fertilización y riego en los pastos evaluados se presenta en el Cuadro 2, en donde se observan diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en todas las épocas del año y en la producción anual, es de destacar un incremento del rendimiento 116 en la época de lluvias y de 307 y 631 %, en la época de nortes y seca, respectivamente, debido al uso de fertilizante y riego, lo cual se debe al suministro de agua y nutrimentos para lograr un alto desempeño, particularmente durante las épocas de nortes y seca, en donde se obtuvieron los incrementos más espectaculares. Lo anterior es una evidencia que los suelos requieren la aportación de nutrimentos para que los pastos manifiesten su potencial de producción de biomasa, y esto, sumado al suministro de agua, durante la época seca,

magnifica más el rendimiento de las especies, en comparación con la época de nortes, lo que muy posiblemente se reflejará en una mayor capacidad de carga de las praderas y por consiguiente mayor producción animal por unidad de superficie. De manera contraria, el tratamiento tradicional sin fertilización ni riego, el crecimiento se restringió ampliamente tal como lo han documentado (Enríquez y Romero, 1999; Meléndez *et al.*, 2006), quienes indican que las bajas temperaturas, días más cortos, alta nubosidad y la falta de precipitación, propician retrasos en el crecimiento de los pastos y bajas tasas de crecimiento, situación que predomina y provoca la escasez de forraje para el ganado en pastoreo durante las épocas de nortes y seca.

Cuadro 2. Respuesta de la fertilización y riego en la producción de forraje (kg/ha) por época y anual en la localidad de Paso del Toro, Veracruz.

| Tratamiento | Épocas del año | | | Total |
|-----------------|----------------|--------|---------|---------|
| | Lluvias | Nortes | Seca | |
| Fertilizado | 9304 a | 6668 a | 10375 a | 26348 a |
| Sin fertilizar | 4294b | 1636 b | 1419 b | 7350 b |
| % de incremento | 116 | 307 | 631 | 258 |

Medias en la misma columna con Diferente literal son diferentes entre sí (Tukey $P \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

La fertilización + el riego produjo incrementos en rendimiento de MS de 116, 307 y 631 %, en las épocas de lluvias, nortes y seca, respectivamente, y 258 % considerando todo el año, con relación al manejo tradicional, sin fertilizar y sin riego, estas prácticas de manejo incrementan la producción de forraje particularmente en las épocas de mayor deficiencia de forraje para la alimentación animal.

LITERATURA CITADA

Enríquez-Quiroz JF, Romero-Mora J. 1999. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla, Veracruz. *Agrociencia*. 33(2):141-148.

Enríquez QJF, Meléndez NF, Bolaños AED y Esqueda EV. 2011. Producción Y Manejo De Forrajes Tropicales. INIFAP. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta. Libro Técnico Núm. 28. Veracruz, México. 404 p.

García E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). 4^a ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 217 p.

Meléndez NF, González MJA. y Pérez PJ. Manejo tecnológico del pasto Estrella Africana en el trópico. Gobierno del Estado de Tabasco. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tab., México. 2006. 79 p.

Ortega RL, Enríquez QJF, López GI. Producción Sustentable De Forrajes Tropicales. En: Román PH, L Ortega R, L Hernández A, E Díaz A, JA Espinosa G, G Núñez H, R Vera A, M Medina C y FJ Ruiz L (comps). 2009. Producción

de leche de bovino en el sistema de doble propósito. Libro Técnico Núm. 22. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, México. 2009. 19- 49.

SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. (2002).

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE ONCE CULTIVARES DE *Pennisetum purpureum* EN TRES ÉPOCAS DEL AÑO.

DRY MATTER PRODUCTION OF ELEVEN CULTIVARS OF *Pennisetum purpureum* IN THREE TIMES OF THE YEAR.

Servando Reyes Castro¹, Javier F. Enríquez Quiroz^{2*}, Alfonso Hernández Garay¹

¹Colegio de Postgraduados; Campus Montecillo; ²INIFAP-C. E. La Posta, Km 22.5. Carretera Federal Veracruz-Córdoba, Paso del Toro. Municipio de Medellín de Bravo. Ver. C.P. 94277. Tel: 01 (229) 2 62 22 03. CIRGOC, INIFAP.

*enriquez.javier@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo del presente fue comparar el rendimiento de materia seca de once cultivares (cv) de *Pennisetum purpureum* durante el año. Los cultivares evaluados fueron: Taiwán, King Grass, Merkeron, Elefante, CT-115, OM-22, Maralfalfa, Mott, Roxo, Vrokwona y Caña Africana. Los pastos fueron sembrados por estacas con tres nudos, las cuales fueron colocados en forma vertical a una separación de 50 X 50 centímetros, en parcelas de 2.5 X 5 m (12.5 m²) con 1 m² de área de muestreo. Se fertilizo con 200-100 kg ha⁻¹ de N y P, aplicando 100 y 100 kg ha⁻¹ de N una semana después del corte de uniformización, y 100 kg ha⁻¹ de N un mes después de la primera aplicación. Se determinó el rendimiento de materia seca (MS), cosechada cada 90 días. El Diseño experimental fue en Bloques completos al azar. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y comparación de medias con Tukey. Hubo diferencias entre cultivares (P<0.05) para rendimiento en la época de lluvias, siendo el CV Mott la mejor con una producción de 37,517 kg de MS ha⁻¹, mientras que el de menor rendimiento fue CT-115, con 14,445. Las época de nortes y secas no mostraron diferencias (P>0.05) significativas entre cultivares. El total acumulado de los tres cortes indico diferencia entre tratamientos siendo el mejor el Merkeron, con una producción de 46,208 kg de MS ha⁻¹. Se concluye que el CV. Merkeron registro la más alta producción de biomasa y superó al resto de los cultivares.

Palabras clave: Fertilización, pastos tropicales, rendimiento de materia seca.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the dry matter yield in eleven cultivars (cv) of *Pennisetum purpureum* during the year. The cultivars evaluated were: Taiwan, King Grass, Merkeron, Elephant, CT-115, OM-22, Maralfalfa, Mott, Roxo, Vrokwona and African cane. The grasses were planted by cuttings with three knots a distance of 50 X 50 cm, on plots of 2.5 x 5 m (12.5 m²) with 1 m² area sampling. I was fertilized with 200-100 kg ha⁻¹ of N and P, using 100 and 100 kg N ha⁻¹, a week after the uniformity cut, and 100 kg ha⁻¹ of nitrogen a month after the first application. The yield of dry matter (DM) was determined, harvested every 90 days. The experimental design was randomized complete blocks. Data were analyzed using analysis of variance and comparison of means with Tukey. There were differences between cultivars (P<0.05) for yield in the rainy season, with the CV Mott the best with a production of 37.517 kg DM ha⁻¹, while the lowest yield was CT-115, with 14,445. The rainy and dry showed no difference (P>0.05) among cultivars significant. The total of the three treatments indicated cuts difference between the Merkeron still the best, with a production of 46.208 kg DM ha⁻¹. We conclude that the CV. Merkeron record the highest biomass production and surpassed the rest of the cultivars evaluated.

Key words: Fertilization, tropical grasses, dry matter yield.

INTRODUCCIÓN

Los pastos del género *Pennisetum purpureum* (Schum), tienen el mayor potencial de crecimiento y producción de biomasa en el mundo. Estas plantas

presentan un hábito de crecimiento erguido, con cepas muy vigorosas y porte muy alto. Todas estas plantas son muy parecidas entre sí en morfología y fisiología. Estos pastos se adaptan a una gran variedad de condiciones

edafoclimáticas en las regiones tropicales, aunque prefieren terrenos fértiles, en donde pueden expresar su capacidad genética (López y Enríquez, 2011). Existen diversos factores que afectan la producción y calidad de los forrajes, entre los más importantes están la especie y variedad, estado fenológico al momento de la cosecha, fertilidad del suelo, las prácticas agronómicas, además de los factores climáticos (temperatura ambiental, precipitación pluvial, duración del día, etc.), que determinan variaciones estacionales en la producción y calidad nutricional (Ortega *et al.*, 2009). Así mismo, factores ambientales adversos como son las bajas temperaturas, alta nubosidad, vientos fuertes, días más cortos (que ocurren de noviembre a febrero), época de nortes; al igual que la escasa o nula disponibilidad de humedad en el terreno por falta de lluvias en la época seca (marzo a mayo), son factores que afectan el desempeño en el crecimiento de las plantas. En la actualidad el uso de los pastos de porte alto no se ha limitado sólo a la alimentación animal en la ganadería, ya que debido a la importancia del uso de energías alternativas y renovables, se han tomado en cuenta pastos con un alto rendimiento de biomasa para su uso en la producción de energía y biocombustibles (etanol). Por lo anterior el objetivo del presente trabajo, fue evaluar la producción de forraje de diferentes cultivares de pastos *Pennisetum purpureum* cosechados cada 90 días de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el campo experimental “La Posta” de Paso del Toro, Veracruz, localizado en el km. 22.5 de la carretera libre Veracruz-Córdoba, en las coordenadas que forman el paralelo 19° 02' de latitud Norte con el meridiano 96° 08' de longitud Oeste. Según la clasificación

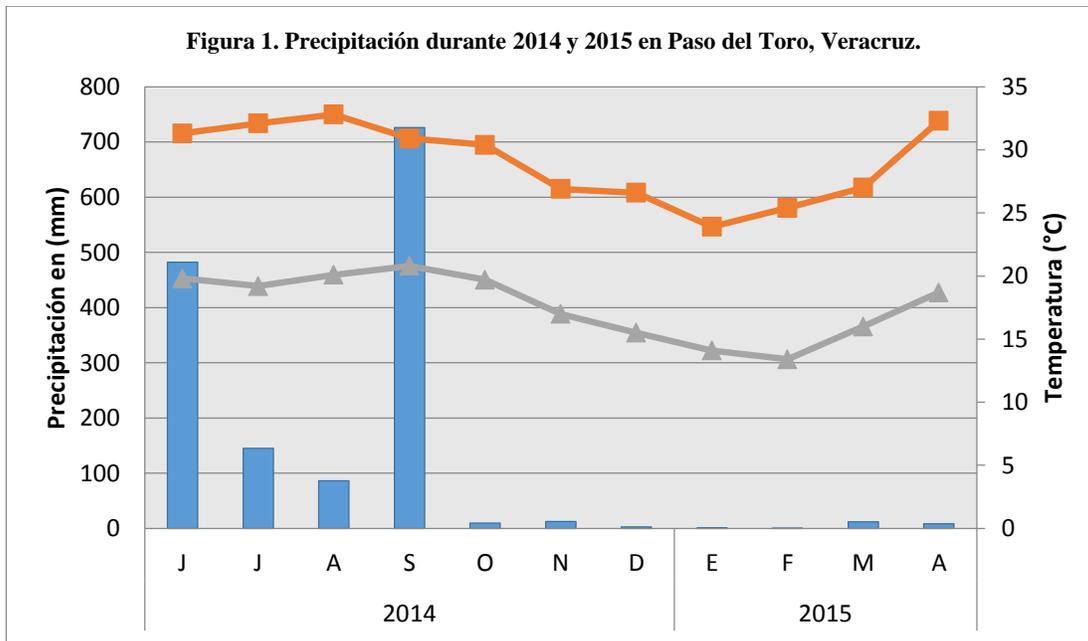
climática de Koppen modificada por García (1987), el clima en el área de influencia de “La Posta”, corresponde al intermedio del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw_1), con temperaturas media de 25.4°C y precipitación de 1337 mm, con 1379 mm de evaporación. La altitud es de 16 m.s.n.m. Los suelos son clasificados como vertisoles, con pH ácido de 5.4, textura arcillosa y con un contenido de materia orgánica, de alrededor del 2.6 %. Los cultivares de *Pennisetum purpureum* evaluadas fueron: Taiwán, King Grass, Merkeron, Elefante, CT-115, OM-22, Maralfalfa, Mott (Elefante enano), Roxo, Vrokwona y Caña Africana. La cosecha se realizó cada 90 días después del corte de uniformización, desde octubre de 2014 hasta abril de 2015. Las parcelas tuvieron dimensiones de 12.5 m², con un área de muestreo 1 m², para cada uno de los tratamientos. Los pastos recibieron una fertilización de 200-100-00, kg ha⁻¹ año⁻¹ de N, P y K, de los cuales, se aplicaron 100 y 100 kg ha⁻¹ de N y P una semana después del corte de uniformización, posteriormente se aplicaron 100 kg ha⁻¹ de N y P un mes después de la primera aplicación. La altura de corte fue a 30 cm sobre el nivel del suelo. Variables medidas: Producción de materia seca por cultivar, realizados cada 90 días, lo que resultó en un corte en cada época del año (lluvias, nortes y seca). Una vez realizado el corte se tomó una submuestra de 200 g de cada parcela las cuales se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante. El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar. La información se analizó utilizando el paquete estadístico SAS 2002 y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con un $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precipitación pluvial y temperaturas que prevalecieron en el sitio experimental durante la evaluación de los cultivares se

muestran en las Figura 1. En la época de lluvias que abarcó de junio a octubre se registraron 1449 mm, en nortes de noviembre a febrero 16.2 mm y en la época seca (marzo a mayo), 20.2 mm. Las variaciones en la temperatura también fueron importantes, particularmente en los meses de diciembre a febrero, en este último mes

ocurrieron las más bajas temperaturas con un promedio 13.4 °C y las temperaturas máximas se registraron en agosto con 32.8 °C. Estos factores climáticos de alguna forma influyen en el desarrollo de los pastos particularmente las bajas temperaturas que detienen el crecimiento de las especies tropicales.



La producción total de materia seca por época de las variedades en estudio se presenta en el Cuadro 1, en donde se observa que hubo diferencias ($P < 0.05$) entre especies en la producción de MS para las épocas de lluvias, en donde el mejor rendimiento lo presentó la variedad Mott con $37,517 \text{ kg ha}^{-1}$. Para el caso de la variedad CT-115, quien tuvo el rendimiento más bajo en la época de lluvias, éstos resultados difieren de los encontrados por De Dios (2012) quien encontró rendimiento de 24.18 t/ha a los 90 días en la misma época del año. En la época de nortes y secas no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre las variedades evaluadas, al igual que en el corte correspondiente a la época seca (Cuadro 1). Lo anterior pone en evidencia lo que han documentado Enríquez y Romero (1999);

Meléndez *et al.* (2006), quienes indican que las bajas temperaturas, días más cortos, alta nubosidad y la falta de precipitación, propician retrasos en el crecimiento de los pastos y bajas tasas de crecimiento. Así mismo, es claro que la falta de humedad en la época de nortes y seca limitan el crecimiento de los pastos y evitan que manifiesten su potencial de producción de biomasa. Sin embargo, al sumar los tres cortes realizados las diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos fueron evidentes, resaltando la producción de Merkeron con $46,208 \text{ kg ha}^{-1}$ de materia seca. Estos datos son ligeramente superiores a los encontrados por Enríquez *et al.* (2014) en la misma región quienes reportan rendimientos de 41.9 y 40.5 t ha de materia seca para los cultivares Maralfalfa y Taiwan,

respectivamente con dos cosechas al año. Por otro lado, Chandler (1983), documentó que la especie *P. purpureum* intensamente

fertilizada produce alrededor de 53 t MS ha⁻¹ año⁻¹, con aplicaciones de 1760 kg ha⁻¹ de nitrógeno.

Cuadro 1. Producción de materia seca (kg/ha) en tres épocas del año.

| VARIEDAD | LLUVIAS | NORTES | SECA | Total |
|---------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------|
| Taiwán | 16762 ^{bc} | 3977.6 ^a | 3773.1 ^a | 24513 b |
| King Grass | 22797 ^{bc} | 5856.4 ^a | 4806.3 ^a | 33460 ab |
| Merkeron | 35803 ^{ab} | 6027.3 ^a | 4377.3 ^a | 46208 a |
| Elefante | 22162 ^{bc} | 3825.7 ^a | 1881.6 ^a | 27869 b |
| CT-115 | 14445 ^c | 3000.7 ^a | 2227.5 ^a | 19673 b |
| OM-22 | 23011 ^{bc} | 5527.5 ^a | 1753.3 ^a | 30292 b |
| Maralfalfa | 16443 ^{bc} | 5935.5 ^a | 2990.7 ^a | 25369 b |
| Mott | 37517 ^a | 4015.1 ^a | 1289.7 ^a | 42822 ab |
| Roxo | 24611 ^b | 4009.7 ^a | 4280.2 ^a | 32901 ab |
| Vrokwona | 30379 ^{ab} | 4689.8 ^a | 2402.3 ^a | 37471 ab |
| Caña Africana | 17337 ^{bc} | 4468.0 ^a | 1629.3 ^a | 23434 b |
| MEDIAS | 23751 ^x ± 533.9 | 4666.64 ^y ± 436 | 2855.56 ^z ± 428.1 | |

Medias en la misma columna con Diferente literal son diferentes entre sí (Tukey P≤0.05).

CONCLUSIONES

Se concluye que los cultivares de *Pennisetum purpureum* tuvieron diferente comportamiento productivo y para las condiciones en que se realizó el presente estudio Merkeron destacó por su producción de biomasa.

LITERATURA CITADA

Chandler JV., Caro-Costas R., Abruña F. y Silva S. 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. Recinto de Mayagüez. Colegio de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental Agrícola. Río Piedras, Puerto Rico. 1983.

De Dios LGE. 2012. Producción de biomasa y valor nutritivo del pasto cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*) en un suelo cambisol. Resumen. URI:<http://hdl.handle.net/10521/1770>. Consultado 14 julio 2015.

Enríquez-Quiroz JF, Romero-Mora J. 1999. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla, Veracruz. *Agrociencia*.33(2):141-148.

Enríquez QJF., Cab J FE, López G.I., Francisco N.N. y Montero L.M. 2014. Producción anual de biomasa de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* a diferentes distancias de siembra, en la región central de Veracruz. In. V Congreso Internacional De Manejo de Pastizales. I Congreso Nacional En Ciencias Veterinarias Y Zootécnicas "Amado Nervo" I Reunión Red Latina De Ciencia Animal. Nuevo Vallarta, Nayarit. Septiembre 2014. 5 p.

García E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4^a ed. Universidad

Nacional Autónoma de México. México, D. F. 1987.

López GI y Enríquez QJF. 2011. Paquete tecnológico zacate *Pennisetum purpureum*. INIFAP. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur-Sureste de México; Trópico Húmedo. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental La Posta “Veracruz”. 9 p.

Meléndez NF, González MJA. y Pérez PJ. 2006. Manejo tecnológico del pasto Estrella Africana en el trópico. Gobierno del Estado de Tabasco. Instituto para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. Villahermosa, Tab., México. 79 p.

Ortega RL, Enríquez QJF, López GI. Producción Sustentable de Forrajes Tropicales. En: Román PH, L Ortega R, L Hernández A, E Díaz A, JA Espinosa G, G Núñez H, R Vera A, M Medina C y FJ Ruiz L (comps). 2009. Producción de leche de bovino en el sistema de doble propósito. Libro Técnico Núm. 22. INIFAP. CIRGOC. Veracruz, México. 2009. 19- 49.

SAS (Statistical Analysis System) Institute. 2002. Software version 9 for Windows. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.

ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES Y PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS EN PASTIZALES REHABILITADOS DE CHIHUAHUA

RUNOFF AND SEDIMENT YIELD IN RESTORED CHIHUAHUAN DESERT GRASSLANDS

Héctor Ramírez Garduño*, J. Santos Sierra Tristán, Esteban Gutiérrez Ronquillo.

INIFAP-Sitio Experimental La Campana. Carretera Aldama-Ojinaga Km 33.3. Cd. Aldama Chihuahua.

*ramirez.hector@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Los pastizales del estado de Chihuahua se encuentran deteriorados debido a la influencia del hombre y condiciones climáticas que han resultado en un aumento en la pérdida de suelo y reducción en la infiltración. Debido a esta problemática, en 2012 el gobierno de Chihuahua inició un programa de revegetación de agostaderos con el uso de maquinaria de alta eficiencia. El objetivo del estudio fue evaluar los escurrimientos superficiales y la producción de sedimentos originados en las camas de siembra con estos implementos. El estudio se llevó a cabo en el rancho Experimental La Campana durante el 2013. El diseño experimental constó de cuatro tratamientos: rastra de aradura, rodillo aireador, rehabilitador y testigo. La evaluación de los efectos se llevó a cabo mediante el uso de lluvia simulada en anillos de escurrimientos de 1 m² con cuatro repeticiones por tratamiento. Las variables analizadas fueron escurrimientos superficiales, producción de sedimentos y cobertura de gramíneas. El uso del rodillo aireador mostró una cobertura de gramíneas más alta (10.75 ± 2.05%) en comparación con los demás implementos. Los escurrimientos superficiales fueron menores con el rehabilitador (2.64 ± 0.36 cm h⁻¹). La producción de sedimentos fue menor con el uso de la rastra de aradura (1.78 ± 0.74 Kg ha⁻¹). El uso de estos implementos disminuyeron la pérdida de suelo y promovieron el establecimiento de gramíneas comparados con las áreas testigo o deterioradas.

Palabras clave: rodillo aireador, rastra de aradura, rehabilitador, simulación de lluvia

ABSTRACT

Chihuahuan Desert grasslands are deteriorated due to human influence and climatic conditions that had resulted in increased soil loss and decreased infiltration rates. Because of this situation, in 2012 the state government of Chihuahua initiated a grassland revegetation program using high efficiency restoration equipment. The study objective was to evaluate surface runoff and sediment yield following grassland restoration. The study was conducted in the experimental ranch La Campana in 2013. The experimental design included four repetitions of the following treatments: disc harrow, land imprinter, rehabilitator, and control plots. Rainfall simulations were conducted in 1m² runoff rings to evaluate high-efficiency restoration equipment effects on runoff, sediment yield, and grass response. The land imprinter showed the highest grass cover value (10.75 ± 2.05%) when compared to results from other equipment used in the experiment. Runoff results were lowest when using the rehabilitator (2.64 ± 0.36 cm h⁻¹). Specific yield results were lowest when using the disc harrow (1.78 ± 0.74 Kg ha⁻¹). The use of this equipment helped reducing soil loss and increased grass cover in the treated plots when compared to control or deteriorated plots.

Key words: Land imprinter, disc harrow, rehabilitator, rainfall simulation.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda por alimentos y recursos naturales debido al aumento poblacional, condiciones climáticas y sobre pastoreo (Holechek, et al., 2004) han resultado en la degradación de ecosistemas particularmente en los pastizales. La degradación de estos ecosistemas ha ido en aumento y se ha visto reflejada en el aumento de la erosión de suelos provocada mayormente por la erosión hídrica la cual se ve reflejado en el aumento en los escurrimientos superficiales y la pérdida de suelo. En casos extremos de degradación del suelo, se forman cárcavas y remediarlo es demasiado costoso debido a la mano de obra y el material requerido para contrarrestar los efectos producidos por las cárcavas.

A nivel mundial, los pastizales cubren alrededor del 30 al 40% de la superficie del planeta (Gibson, 2009). En México, cerca del 50% de la superficie está catalogada como pastizales y matorrales. En el estado de Chihuahua, aproximadamente 25 millones de hectáreas son pastizales y matorrales de estos cerca del 90% de los pastizales medianos presentan deterioro moderado a extremo (Morales *et al.*, 2008) particularmente los pastizales medianos de *Bouteloua* y *Aristida* (Guzmán-Aranda, 2012).

Con el fin de devolverle al ecosistema pastizal su vocación y promover la revegetación con plantas forrajeras, se han evaluado diferentes prácticas para la retención y conservación de agua y suelo con resultados prometedores (Royo *et al.*, 2010). Sin embargo, existe poca información con respecto a los equipos usados de alta eficiencia para la resiembra de pastizales. Como resultado, realizó un estudio para evaluar los efectos de estos equipos en la conservación de suelos la cual formó parte de un plan de acción de rehabilitación de

pastizales mediante el apoyo del Gobierno del Estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Rancho Experimental La Campana localizado en el Km 80 de la carretera Panamericana Chihuahua-Juárez. Los suelos datan del período Cenozoico superior clásico con una topografía plana y lomeríos ondulados, con pendientes de 0 a 5%; de origen aluvial profundo (>50 cm) y de texturas franco-arenosa y arcillo-arenosa. La vegetación dominante está compuesta principalmente de navajita negra (*Bouteloua eriopoda*), zacates tres barbas (*Aristida spp.*), zacate africano (*Eragrostis lehmanniana*) y garrapata (*E. superba*); algunas trazas de navajita (*B. gracilis*), navajita morada (*B. chondrosioides*) y punta blanca (*Digitaria californica*) entre otros. El clima dominante es seco templado con una temperatura media anual de 15 a 17°C, con temperaturas extremas de hasta 40°C durante el verano y de -9°C en invierno. El régimen de precipitación anual es de alrededor de 360 mm ocurriendo mayormente de Julio a Septiembre, con un período libre de heladas de 199 días.

Los equipos de alta eficiencia utilizados fueron la rastra de aradura con un ancho de corte de 6 m, rodillo aireador tipo tándem ancho de corte de 3.65 m y rehabilitador con un ancho de corte de 12 m. En julio de 2012, se sembraron aproximadamente 10 has por cada implemento (tratamiento) en el cual se utilizó una mezcla de *Bouteloua curtipendula* (25%), *B. Gracilis* (25%), *Leptochloa dubia* (5%), *Eragrostis curvula* (40%) y *Sorghum almun* (5%).

Para evaluar los efectos de estos implementos en los escurrimientos superficiales y

producción de sedimentos, se simuló la lluvia durante la última semana de julio de 2013. El equipo del simulador de lluvia constó de un tripié de metal con una esprea tipo ¼ G Full y un anillo de escurrimientos de 1 m² según los procedimientos realizados por Garduño *et al.*, (2015). El anillo de escurrimiento se instaló en parcelas seleccionadas al azar en sentido de la pendiente para poder capturar los escurrimientos y sedimentos. Se hicieron 4 repeticiones por tratamiento. Se simuló la lluvia por 30 minutos a una presión menor de 5 libras a humedad antecedente y se dejaron los mismos anillos de escurrimientos reposar por 24 horas para volver a realizar la simulación (ej. condición húmeda). Para medir la precipitación, se colocó un pluviómetro automático en lado izquierdo o derecho dentro del borde del anillo. Durante cada 5 minutos, se midieron los escurrimientos en milímetros hasta estabilizar las lecturas (30 min aproximadamente). Producción de sedimentos y cobertura fueron determinados según los procedimientos realizados por Garduño *et al.*,(2015).

Las variables de cobertura (ej. suelo desnudo, mantillo y gramíneas) fueron analizadas descriptivamente por tratamiento (ej. rodillo aireador, rastra de aradura, rehabilitador y testigo). Para este análisis descriptivo se reportaron medias y errores estándares (\pm). Para las variables de escurrimiento superficial (ES) y producción de sedimentos (PS), se realizó un análisis estadístico mediante el modelogeneral lineal con SAS. El diseño fue completamente aleatorizado donde se analizaron las variables descritas a condiciones de humedad antecedente y condiciones húmedas. Grados de libertad Kenward-Roger se usaron para ajustar los errores

estándares y el denominador de los grados de libertad. La significancia se definió usando un valor de p de dos colas ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la cobertura de gramíneas, el rodillo aireador fue el que más cobertura tuvo con un promedio de $10.75 \pm 2.05\%$ (Figura 1A). Por otra parte, la rastra de aradura y el testigo fueron los que presentaron una cobertura $<2\%$. Para el suelo desnudo, como era de esperarse, el testigo estuvo compuesto por un $63.5 \pm 4.39\%$ de suelo desnudo (Figura 1B). Para la grava, el rehabilitador tuvo la mayor cobertura con un $38.2 \pm 2.77\%$ (Figura 1C). Para el mantillo, la rastra de aradura tuvo la mayor cobertura de este con un $16.47 \pm 2.89\%$ (Figura 1D). La pendiente fue similar entre los tratamientos con un promedio de 1.46% lo cual nos indica que las parcelas están casi sobre áreas planas y el movimiento del agua sería muy lento y tendería a encharcarse.

Escurremientos superficiales (ES). Se encontraron efectos significativos entre tratamientos (Ej. rastra de aradura, rodillo aireador, rehabilitador y testigo) y condición de humedad (Ej. Antecedente y húmeda, Figura 2A y B). El testigo fue el que más produjo ES con promedio de $4.68 \pm 0.31 \text{ cm h}^{-1}$ Por otra parte, el rehabilitador y el rodillo aireador fueron los dos implementos que menos produjeron ES con un promedio de $2.64 \pm 0.36 \text{ cm h}^{-1}$ y $2.67 \pm 0.36 \text{ cm h}^{-1}$, respectivamente. El promedio de ES entre condiciones de humedad mostraron que bajo condiciones de humedad los ES fueron mayores que durante las condiciones de humedad antecedente (Figura 2B). Es decir, bajo condiciones húmedas los ES fueron $4.02 \pm 0.23 \text{ cm h}^{-1}$ vs. $3.10 \pm 0.23 \text{ cm h}^{-1}$ bajo condiciones de humedad antecedente.

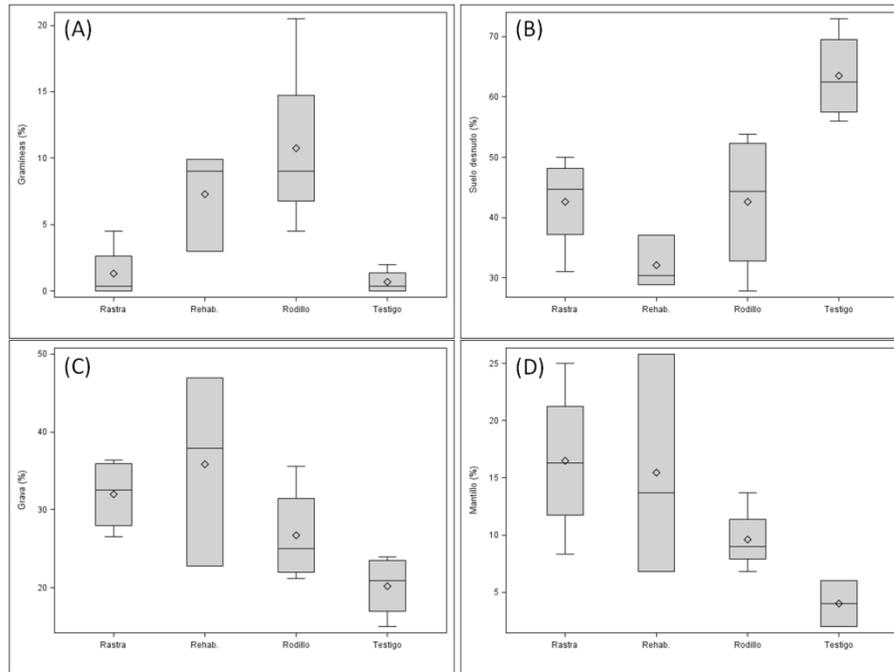


Figura 1. Diagrama de caja para la cobertura de gramíneas (A), suelo desnudo (B), grava (C) y mantillo (D). El diagrama de caja representa los cuartiles máximos y mínimos (extremos de la caja), brazo máximo y mínimo (líneas que salen de la caja), mediana (línea dentro de la caja) y media (diamante dentro de la caja). El orden de las cajas es el siguiente: Rastra, Rehabilitador, Rodillo y Testigo.

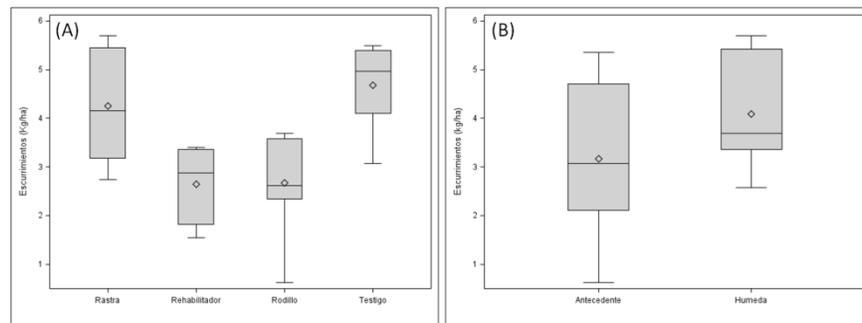


Figura 2. Diagrama de caja para escurrimientos superficiales (Kg ha⁻¹) por tratamiento (A) y condición de humedad (B). Para una mejor explicación del diagrama de caja ver figura 1.

Durante la humedad antecedente, los ES fueron menores ya que probablemente el movimiento vertical del agua empezó a llenar los poros o espacios vacíos en la matriz del suelo. Es posible que al aplicarse una precipitación de $5.73 \pm 0.43 \text{ cm h}^{-1}$ durante la humedad antecedente, los poros del suelo fueron llenados con suficiente humedad para saturar la matriz del suelo.

Después de la humedad antecedente se aplicó una precipitación de $4.73 \pm 0.43 \text{ cm h}^{-1}$ (menor a la antecedente), los ES aumentaron lo cual indica que el suelo tuvo suficiente humedad para no permitir más agua entrante y saturar la superficie del suelo.

Producción de sedimentos. Solamente se encontraron efectos significativos entre los

implementos utilizados (Figura 3). Como era de esperarse, las parcelas de testigo fueron las que más produjeron sedimentos durante ambas corridas con un promedio de $6.78 \pm 0.74 \text{ kg ha}^{-1}$. Por otra parte, en menor proporción al testigo, la rastra de aradura

($1.78 \pm 0.74 \text{ Kg ha}^{-1}$) y el rehabilitador ($1.04 \pm 0.85 \text{ kg ha}^{-1}$) fueron los implementos que menos produjeron sedimentos comparado con los implementos previamente mencionados.

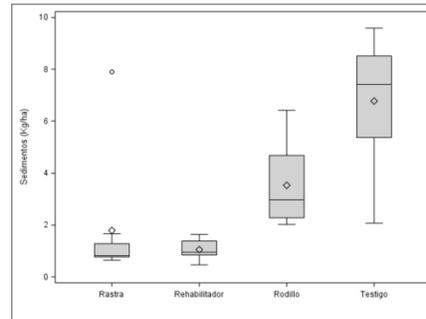


Figura 3. Diagrama de caja para la producción de sedimentos en tres diferentes camas de siembra y testigo. El círculo representa valor extremo.

CONCLUSIONES

El uso de estos implementos como alternativa para la rehabilitación de agostaderos puede ayudar a disminuir los escurrimientos superficiales y disminuir la producción de sedimentos. Es importante mencionar que el interesado debe de tener bien establecidos sus objetivos de rehabilitación y según sea el presupuesto o el subsidio para poder usar cualesquiera de estos implementos de alta eficiencia. Sin embargo, antes de iniciar un proyecto de tal magnitud, es importante tener la asistencia de un técnico especializado para determinar las opciones de rehabilitación que más se adecuen al sitio requerido.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo de investigación fue financiado con el apoyo del Departamento de Infraestructura Rural dependiente de la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Chihuahua.

LITERATURA CITADA

Holechek, J.L.; Pieper, R.D.;Herbel, C.H. 2004. Range management: Principles

and practices. Pearson Prentice Hall. Fifth Edition.

Morales, C.R.; Saucedo, R.; Jurado, P. 2008. Rehabilitación y mejoramiento de pastizales. Rancho Experimental La Campana 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. INIFAP. Chihuahua, Chih.

Royo, M.H.; Sierra, J.S.; Morales, C.R.; Jurado, P. 2010. Prácticas de conservación y rehabilitación de agostaderos. INIFAP. Folleto Técnico Núm 29. p 52.

Guzmán-Aranda, J. 2012. Plan maestro de la Alianza regional para la conservación de pastizales en el desierto de Chihuahua (2011-2016).

Garduño, H.R.; A.G. Fernald.; D.M. VanLeeuwen. 2015. Noncommercial thinning effects on runoff and sediment yieldin a mixed conifer New Mexico forest. Journal of Soil and Water Conservation 70:12-22.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN *Urochloa híbrido* (BR02/1794 cv. COBRA) DURANTE EL PERIODO DE SEQUÍA

GROWTH ANALYSIS IN *Urochloa hybrid* (BR02/1794 cv. COBRA) DURING DROUGHT PERIOD

Álvaro Bernal-Flores^{1*}, Víctor Hugo Velázquez Ramos¹, Rodolfo Ruíz Ramón¹, Paulino Pérez Rodríguez², Esteban A. Pizarro¹

¹Departamento de Investigación y Desarrollo – Grupo Papalotla. ²Instituto de Socioeconomía Estadística e Informática, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. *ber.flores12@gmail.com

RESUMEN

Urochloa híbrido cv Cobra, es una especie forrajera de clima tropical con gran potencial forrajero en épocas de sequía, situándola como una especie alternativa para corte o pastoreo en el trópico seco. Diferentes densidades de población (T1= 350 mil plantas ha⁻¹, T2= 370 mil plantas ha⁻¹, T3= 450 mil plantas ha⁻¹ y T4= 500 mil plantas ha⁻¹) fueron estudiadas, para determinar el periodo de máxima acumulación de forraje por componente morfológico a diferente edad de rebrote en el tiempo. Los datos fueron analizados mediante un modelo de covarianza para las variables respuesta. Diferencias significativas (P<0.05) fueron observadas entre tratamientos, siendo aquéllos con menor densidad de plantas los que produjeron la mayor cantidad de hojas y menor cantidad de material muerto. La máxima acumulación de forraje a densidades menores fue observada a la semana 8, mientras que a mayor densidad de plantas, se observó un aceleramiento en la senescencia y con ello, un adelanto en la acumulación de forraje. Con base en los resultados, el manejo en la utilización de la pradera para esta especie, será a la semana 8 y la mejor densidad de población es entre 350-370 mil plantas ha⁻¹, equivalente a sembrar entre 7-9 kg de semilla comercial.

Palabras clave: Acumulación de forraje, densidad de población, manejo de pradera, *Urochloa híbrido* BR02/1794 cv Cobra.

ABSTRACT

Urochloa hybrid cv.Cobra, is a forage tropical specie with high potential production during drought period and is considered an alternative production for cut and grazing, in areas of drought. Several densities of plant (T1= 350 thousand plants ha⁻¹, T2= 370 thousand plants ha⁻¹, T3= 450 thousand plants ha⁻¹ y T4= 500 thousand plants ha⁻¹), were evaluated to determine period of maximum herbage accumulation by morphological component at different age regrowth. Data were analyzed using a covariance model for response variable. Significant differences (P<0.05) were observed between treatments, being the minor densities plants, that produced more leaves and fewer dead material. The maximum accumulation of forage at lower densities were observed at week 8, whereas the higher plant density an acceleration was observed in senescence and as consequence a fast forage accumulation. Based in our results, the management in pasture utilization for this specie will be in 8th week and the best density is 350-370 thousand p ha⁻¹, equivalent to sowing rate of 7-9 kg of commercial seed.

Key words: Dry matter accumulation, plants densities, management pasture, *Urochloa híbrido* BR02/1794 cv. Cobra.

INTRODUCCIÓN

El BR02/1794 (cv. Cobra) es un híbrido de *Brachiaria*, producto del cruce de un clon sexual (SX00NO/1145) seleccionado del cuarto ciclo (C4) de una población sintética, tetraploide con *B. brizantha* CIAT 16320. El

mismo contiene germoplasma de tres especies de *Brachiaria* (*B. ruziziensis*, *B. brizantha* y *B. decumbens*). Por lo tanto, cv. Cobra es un híbrido de tres vías, con gran potencial forrajero y ciertos atributos de resistencia a sequía.

El cv. Cobra es un nuevo híbrido de reciente generación, liberado en el año 2013 (comunicación personal, Dr. Pizarro 2015). Su gran potencial forrajero lo ha situado dentro de los híbridos de mayor importancia en el mercado, compitiendo con Mulato II (Pizarro *et al.*, 2010). Por ser un híbrido de reciente liberación, existen pocos estudios agronómicos sobre el potencial forrajero de ésta especie, durante el periodo seco. Por lo que es importante conocer su periodo de máxima acumulación de forraje a diferentes densidades de población, para determinar periodos de pastoreo o corte, que nos permita realizar un mejor manejo de la pradera. El objetivo del presente estudio fue determinar la curva de máxima acumulación de forraje de *U. Híbrido* cv. Cobra a diferentes densidades de población en época de sequía.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se determinó la densidad de plantas en praderas establecidas a 1 año de edad, sembradas a diferente densidad de siembra en Ocozocoautla, Chiapas. Se utilizaron 12

parcelas experimentales de 8x5 m con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en cuatro densidades de plantas; T1= 350 mil plantas ha⁻¹, T2= 370 mil plantas ha⁻¹, T3= 450 mil plantas ha⁻¹ y T4= 500 mil plantas ha⁻¹. Al inicio del experimento se realizó un corte de uniformización a 5 cm de altura. El periodo de evaluación fue de enero a marzo del 2015 y los muestreos de forraje se realizaron semanalmente durante 11 semanas. La cosecha de forraje fue manual utilizando un cuadrante de 1 m². El forraje cosechado fue secado en una estufa de aire forzado a 80 °C durante 24 h y las muestras fueron separadas por componentes morfológicos. Un modelo de covarianza fue usado para analizar los cambios en la producción de MS. El modelo incluye tratamiento, tiempo y efecto. Los datos, fueron analizados mediante el procedimiento GLM versión 9.4 para Windows (SAS). La comparación de medias se efectuó mediante Tukey al 5%.

El modelo propuesto es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_1 Sem + \beta_2 Sem^2 + e_{ij}$$

donde:

y_{ij} = es la variable respuesta medida en el tiempo j ($j = (1,2,3 \dots 11)$) y tratamiento i ($i = 1,2,3,4$).

μ es la media general.

α_i es el efecto del tratamiento i .

β_1 es el efecto del coeficiente de regresión asociado con el efecto lineal del tiempo.

β_2 es el efecto del coeficiente de regresión asociado con el efecto cuadrático del tiempo.

e_{ij} error aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos para componentes morfológicos (Cuadro 1). El T2 (370 mil p/ha⁻¹) presentó

el mayor porcentaje de hoja (90%), con respecto a los demás tratamientos, siendo T1 (350 mil p/ha) el de menor porcentaje (85.6%).

Cuadro 1. Composición morfológica de BR02/1794 a diferentes densidades de población en Chiapas, México.

| Tratamientos | Hoja | Tallo | Inflorescencias | Material muerto |
|--------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|
| | % | | | |
| T1 | 85.6 ± 1.8 | 6.2 ± 0.02* | 7.5 ± 0.06* | 0.7 ± 0.07 |
| T2 | 90.2 ± 1.9* | 5.8 ± 0.03 | 2.9 ± 0.04 | 1.2 ± 0.09 |
| T3 | 88.7 ± 2.0 | 5.2 ± 0.03 | 4.5 ± 0.09 | 1.7 ± 0.10 |
| T4 | 87.9 ± 1.7 | 4.6 ± 0.02 | 4.6 ± 0.03 | 2.9 ± 0.06* |

Los datos son promedios generales de los tratamientos ± error estándar de la media (EEM). *P<0.05.

Un patrón en el comportamiento de la producción por componentes pudo observarse entre tratamientos, reflejando que a mayor densidad de plantas, menor producción de hoja y tallo, pero mayor cantidad de material muerto, mientras que a menor densidad poblacional, mayor cantidad de hoja, tallo e inflorescencias, pero disminución en la cantidad de material muerto.

Una alta producción de hoja fue observada en todos los tratamientos. Los cambios semanales en masa de forraje por componente morfológico pueden ser observados en la Figura 1. La máxima acumulación de hoja varió con la edad de rebrote y esta se presentó a la semana 8 para T1-T3, en T4 la máxima producción se presentó en la semana 7. En cv. Mulato reportaron una máxima acumulación de hoja a las 16 semanas posteriores a la siembra, cuya producción fue de 5 g MS planta⁻¹ (Pérez *et al.*, 2004). La mayor acumulación de biomasa foliar fue observada en el T1 con 329 kg MS ha⁻¹, mientras que la menor se registró en T3 con 246 kg MS ha⁻¹. La mayor acumulación de biomasa en especies forrajeras, es tomada como referencia para el mejor aprovechamiento y utilización de praderas, la cual coincide con su índice de área foliar (Chapman y Lemaire, 1993) y

ésta acumulación, es el resultado de la diferencia entre la tasa de crecimiento menos la tasa de pérdida por senescencia (Hodgson, 1990).

La mayor producción promedio de hoja entre tratamientos fue observada en T1 y T4 (329 y 289 kg MS ha⁻¹, respectivamente) (Figura 2), siendo diferentes estadísticamente (P<0.01) para tratamientos y semanas (Cuadro 2). En tallo, la mayor acumulación de biomasa se registró en T1 con 36.5 kg MS ha⁻¹, seguido de T4 y T3, ambos con 27.6 kg MS ha⁻¹ (Fig. 2), observándose diferencias significativas en la acumulación de biomasa en el tiempo (Cuadro 2).

La curva ajustada de acumulación de materia seca, presentó un comportamiento de tipo sigmoideal característico del crecimiento vegetal, donde se observó un crecimiento rápido a partir de la semana 4. En T4 se observa un máximo acumulado a la semana 7, pero a partir de la semana 10 empieza un incremento acelerado de producción en la biomasa del tallo, situación que no se presentó en los demás tratamientos. Este comportamiento pudo ser debido a una alta competencia entre plantas, lo que ocasiona que las tasas de elongación y crecimiento sean mayores después de pasar por un punto de inflexión.

Cuadro 2. Modelo de análisis de covarianza para la producción de materia seca en hoja y tallo de *U. híbrido* cv. Cobra, usando Regresión Logística.

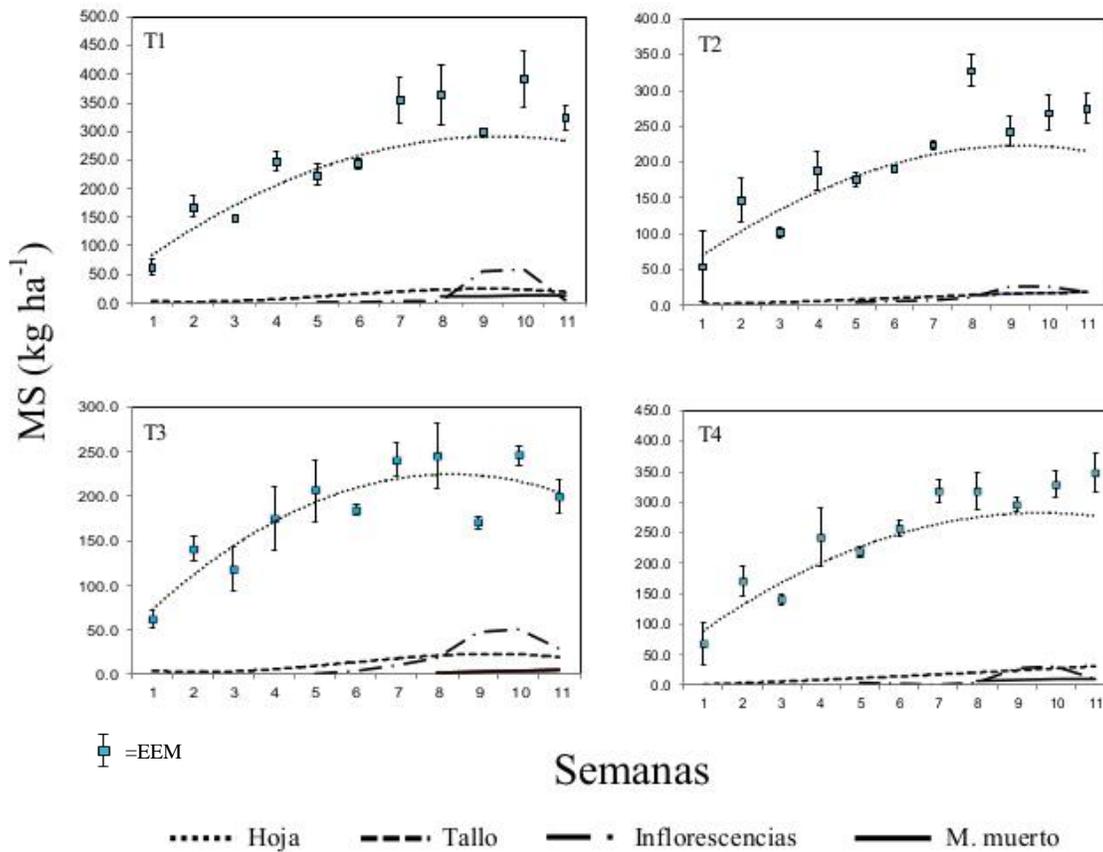
Hoja:

| Fuente | gl | P value |
|-------------|----|---------|
| Tratamiento | 3 | 0.0003 |
| Semana | 1 | <.0001 |
| Sem*sem | 1 | <.0001 |

Tallo:

| Fuente | gl | P value |
|-------------|----|---------|
| Tratamiento | 3 | 0.1801 |
| Semana | 1 | 0.0012 |
| Sem*sem | 1 | 0.1784 |

Figura 1. Producción por componente morfológico en *Urochloa híbrido* cv. Cobra a diferentes densidades de población. T1= 350 mil p ha⁻¹; T2= 370 mil p ha⁻¹; T3= 450 mil p ha⁻¹; T4= 500 mil p ha⁻¹. EEM: Error estándar de la media.



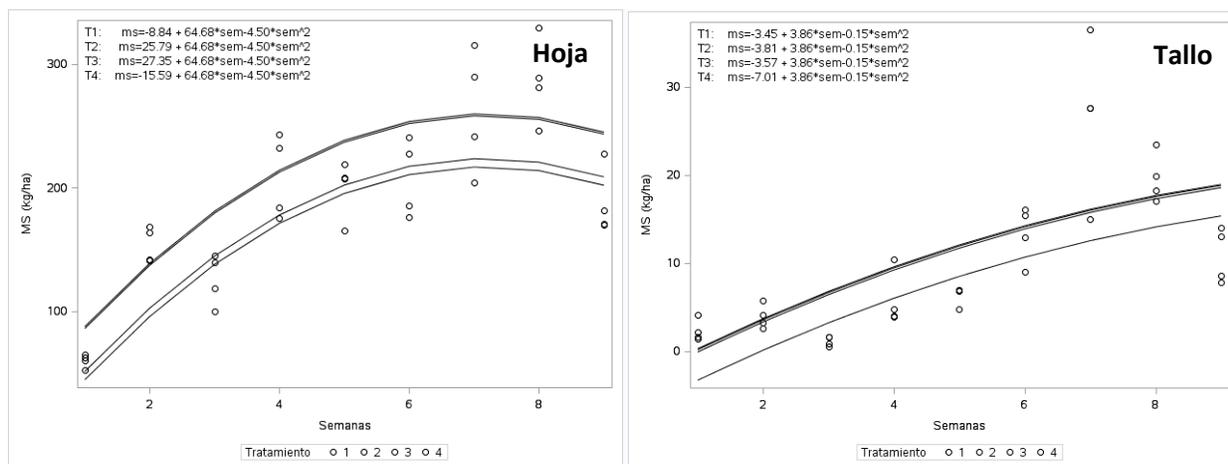
En la figura 2 se observa la curva de acumulación de biomasa para hojas y tallos a diferentes densidades de plantas, ajustados mediante un modelo de covarianza. Los modelos generales son observados en el Cuadro 3, siendo la producción de hoja altamente significativo (P<0.01).

Cuadro 3. Modelos generales de covarianza para hoja y tallos, en *U. híbrido* cv. Cobra, a diferentes densidades de plantas.

| Componente | Modelo | Significancia |
|------------|--|---------------|
| Hoja | $\widehat{MS}_{hoja} = 25.79 + 64.68 \times sem - 4.50 \times sem^2$ | ** |
| Tallo | $\widehat{MS}_{tallo} = 3.46 + 3.86 \times sem - 0.15 \times sem^2$ | * |

** P<0.01, * P<0.05

Figura 2. Modelo ajustado correspondiente a cambios en la masa total de hojas y tallos en *U. híbrido* cv. Cobra, a diferentes densidades de plantas.



CONCLUSIONES

La mayor acumulación de biomasa aumentó conforme se incrementó la edad de rebrote, observándose que el pico de máxima acumulación de forraje para densidades con menor población, fue una semana más tarde que en los tratamientos con mayor densidad. La mayor masa de producción foliar se vio favorecida con menor densidad de plantas, pero la alta densidad de plantas promovió la senescencia de la hoja más rápidamente.

LITERATURA CITADA

Chapman DF and Lemaire G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. Proc XVII International

Grassland Congress. Palmerston North, New Zealand. pp. 95-104.

Hodgson J. 1990. Grazing management: Science into practice. Longman Scientific & Technical, Harlow, England. 204 p.

Pérez AJA, García ME, Enríquez QJF, Quero CAR, Pérez PJ, Hernández GA. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "mulato" (*Brachiaria híbrido*, cv.). Téc Pecu Méx. 42(3):447-458.

Pizarro EA, Ruíz RR, Ávila F, López A. 2010. Informe anual. Depto. Investigación y Desarrollo-Grupo Papalotla. 57p.

**TASA DE CRECIMIENTO Y TIPO DE CALLOS EN *Bouteloua curtipendula* (Michx.)
Torr., INDUCIDOS CON DIFERENTES AUXINAS**

**GROWTH RATE AND TYPE CALLI IN *Bouteloua curtipendula* (Michx.)Torr., INDUCED
WITH DIFFERENTS AUXINS**

Álvaro Bernal-Flores^{1*}, Adrián Raymundo Quero-Carrillo¹, Alejandrina Robledo-Paz¹, Paulino
Pérez-Rodríguez¹

¹Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco. Montecillo, Estado de México. 56230.
[*ber.flores12@gmail.com](mailto:ber.flores12@gmail.com)

RESUMEN

En el presente estudio se determinó la tasa de crecimiento (TC) en callos provenientes de dos diferentes explantes (ápice de vástago y raíz), inducidos en tres diferentes auxinas y tres niveles. Los datos fueron analizados mediante un modelo mixto y un modelo de regresión logístico para la frecuencia de inducción. Los callos inducidos a partir de ápices de raíz, mostraron mejores características morfológicas que los callos inducidos de ápice de vástago, observando que los callos de éstos últimos, resultaron ser vitrificados y suaves secos, con mayores TC comparados con los de ápice de raíz. Se observó una gran variabilidad en la respuesta de la TC entre niveles y tipo de auxina ($P < 0.05$), la mayor TC para ambos explantes ocurrió a la cuarta semana; los callos de ápice de vástago inducidos con picloram, fueron los que presentaron la mayor TC promedio (0.238 mg d^{-1}), mientras que en callos inducidos de ápice de raíz, la mayor TC promedio fue registrada en 2,4-D (0.196 mg d^{-1}). Lo anterior pone en evidencia, que los callos provenientes de ápice de raíz colocados en medios de inducción con 2,4-D, presentan las mejores características morfológicas y tasas de crecimiento.

Palabras clave: Pasto banderita, inducción de callos, tipos de explante, cultivo de tejidos, crecimiento de callos.

ABSTRACT

Plant tissue culture has become an important tool to promote both genetic variability and selection under chemically induced pressures. In order to evaluate *callus* growth rate (GR) using two different *calli* from two explants (stem and root apex), induced based on three different auxins and three levels, sideoats grama *calli* were evaluated. Data were analyzed using Mixed and Logistic Regression Models for the induction frequency. Calluses induced from root apex showed better morphogenic characteristics in comparison to those from *calli* induced from stem apex, these were found to be vitrified and soft dry, with higher GR compared to the root apex. Large GR variability was observed among levels and types of auxin ($P < 0.05$), showing that highest GR for both explants occurred in the fourth week, determining that the *callus* apex of stem induced by Picloram showed the highest average GR: 0.238 mg d^{-1} ; while, for *calli* induced from root apex, the highest GR average was recorded with 2,4-D, with 0.196 mg d^{-1} . This demonstrates that *calli* from root apex placed in induction media with 2,4-D, have the best morphogenic characteristics and growth rates. These results open a big opportunity to proceed with plant selection plans based on tissue culture.

Palabras clave: Sideoats grama, callus induction, type explants, tissue culture, growth of *calli*.

INTRODUCCIÓN

La morfogénesis de callos es altamente dependiente del genotipo, medio de cultivo, concentración endógena de fitohormonas (Rakshit *et al.*, 2010) y de los reguladores de crecimiento exógenos (Huanget *et al.*, 2012), siendo el genotipo, el factor de mayor

importancia en la inducción y morfogénesis de callos.

En pasto banderita (*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.), se reportaron callos suaves para cvs. comerciales (Vaughn y Haskell) obtenidos de cariósides, usando medios con

2,4-D y picloram (1 y 2 mg L⁻¹, respectivamente), ambos suplementados con tidiazuron (TDZ 0.15 mg L⁻¹) únicamente los callos obtenidos del medio de inducción con picloram y TDZ, regeneraron plantas completas (Bernal-Flores *et al.*, 2013). En otro estudio, el empleo del sorbitol en los medios de inducción, mejoró las características morfogénicas de los callos, cuando se utilizaron explantes de cariósides (Bernal-Flores *et al.*, 2014), pero no se ha reportado las características de callos provenientes de explantes de ápice de vástago, raíz y sus respectivas tasas de crecimiento. Aunque las tasas de crecimiento en callos no son comúnmente reportadas, es importante determinar el comportamiento de su crecimiento a diferentes auxinas, niveles y con diferentes explantes, con el fin de tener una referencia que ayude a determinar la forma óptima de realizar un sistema de cultivo de tejidos y permita realizar estudios más avanzados a futuro. El objetivo de éste estudio fue caracterizar tipos de callo y determinar la tasa de crecimiento en callos formados de ápice de vástago y raíz, en diferentes auxinas y a diferentes concentraciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

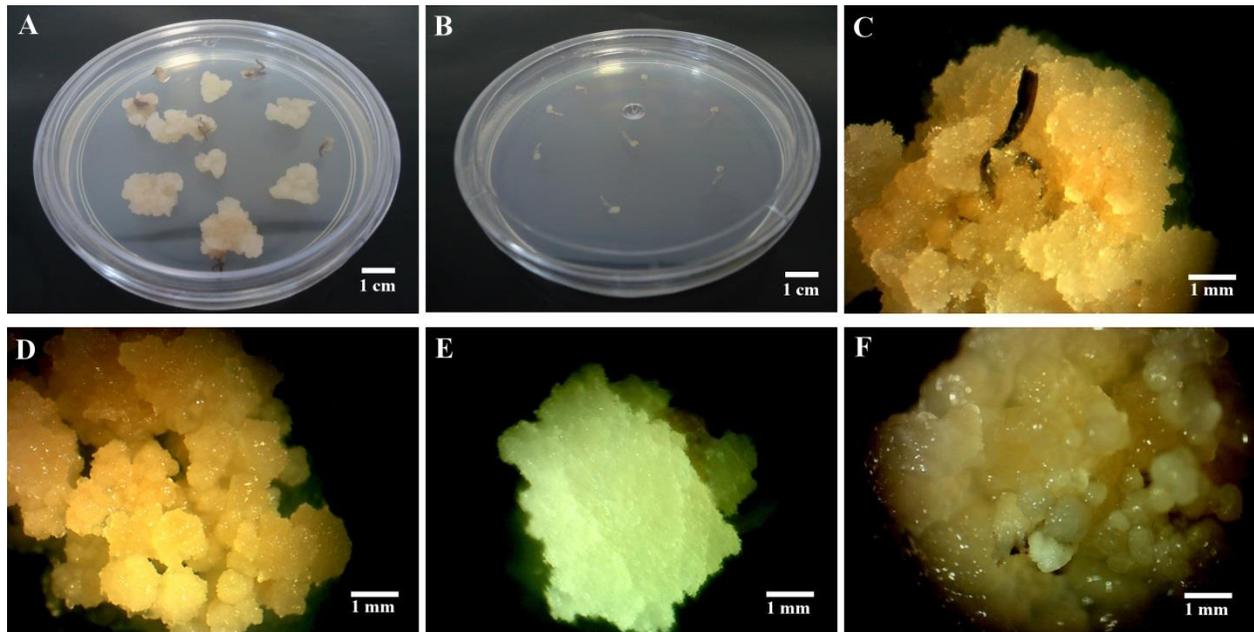
Se utilizó unecotipo de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*; e-303) para inducción de callos y evaluación de tasas de crecimiento con diferentes niveles y tipos de auxinas. Se desinfestaron cariósides maduros desprovistos de lemas y paleas con etanol al 70% (v/v), durante 2 minutos, posteriormente fueron colocados en una mezcla de fungicidas (Ridomil Bravo Gold + Promyl, 3 ml L⁻¹ y 1 g L⁻¹, respectivamente) durante 30 minutos. Finalmente éstos fueron colocados en una solución con cloro al 30% (v/v) más dos gotas de jabón líquido durante 30 minutos en agitación y enjuagados 5 veces con agua destilada estéril. Los cariósides se colocaron en medio MS₅₀

(sales de Murashige y Skoog basal, sacarosa 10 g L⁻¹, Phytigel 3.2 g L⁻¹) para su germinación. Se colocaron ocho explantes de ápice de vástago y raíz de 1 cm de longitud, en los siguientes medios de inducción que contenían las sales MS más dicamba (1, 2 y 3 mg L⁻¹), 2,4-ácido diclorofenoxiacético (2,4-D; 1, 2 y 3 mg L⁻¹) y picloram (1, 2 y 3 mg L⁻¹), además de sacarosa (20 g L⁻¹), phytigel (3.2 g L⁻¹), nitrato de plata (AgNO₃; 3 mg L⁻¹). El pH de los medios fue ajustado a 5.7-5.8 con NaOH o HCl 1N. Los explantes fueron incubados en oscuridad durante 90 días a 25±2°C. Para determinar la tasa de crecimiento se tomó 1g de callo por cada medio de inducción y se registró su peso seco durante cinco semanas. Los datos para tasa de crecimiento, fueron analizados mediante un modelo mixto, usando la rutina MIXED del programa estadístico SAS 9.4 para Windows. La inducción de callos fue analizada mediante un modelo de regresión logístico. El modelo fue ajustado usando la rutina LOGISTIC del programa SAS 9.4 para Windows. Se realizaron pruebas de razón de verosimilitudes generalizadas con la finalidad de detectar diferencias entre tratamientos. Se realizaron comparaciones de medias utilizando la prueba de Tukey (P<0.05), para ambas variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los explantes colocados en diferentes medios de cultivo dieron origen a cuatro tipos de callo (Figura 1). Los callos inducidos a partir de ápices de vástago (Fig 1A) y raíz (Fig 1B) en picloram y dicamba, a diferentes concentraciones (1, 2 y 3 mg L⁻¹) fueron muy similares fenotípicamente. La mayoría de callos obtenidos en ápices de vástagos fueron; suaves vitrificados (Fig 1C), suaves secos (Fig 1E) y en menor medida, se obtuvieron callos con mucílago (Fig 1F).

Figura 1. Características fenotípicas en callos de *Bouteloua curtipendula* obtenidos a partir de diferentes tipos de auxinas.



Los callos inducidos a partir de ápices de raíz fueron en su mayoría friables (90%) (Fig 1D) y pocos callos fueron suaves (>10%), mientras que los callos provenientes de ápice de vástago, en su mayoría fueron callos suaves (85%). Callos suaves en *B. curtipendula* fueron observados anteriormente por Bernal-Flores *et al.* (2014) en 78% de los explantes cultivados en medios suplementados con dicamba y picloram. En estudios preliminares (datos no mostrados) se ha observado, que los callos vitrificados y suaves secos, presentan altas tasas de crecimiento, pero sus características morfológicas son poco deseables para ser utilizados en estudios de ingeniería genética, debido a que éstos no presentan regeneración, mientras que los suaves secos presentan escasa regeneración y hasta el momento no se han reportado como buenos candidatos para ser utilizados en estudios de transformación genética.

Se ha reportado que los callos obtenidos en medios con picloram (1 y 2 mg L⁻¹) y thidiazuron (TDZ) (0.15 mg L⁻¹) en *B. Curtipendula* cvs. Haskell y Vaughn, presentó alta capacidad de regeneración (más del 80%). Los callos obtenidos a partir del ápice de raíz, mostraron mejores características morfológicas, pero su desarrollo al inicio fue muy lento con respecto a los callos de ápice de vástago. En ambos explantes (ápice de vástago y raíz), los medios de cultivo fueron suplementados con AgNO₃ para evitar la oxidación y posterior muerte de los explantes, ya que este fenómeno es muy común en esta especie.

La tasa de crecimiento (TC) en callos obtenidos a partir de explantes de ápice de vástago y raíz, mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$; Fig. 2). Realizando un promedio de las tres auxinas a los tres niveles evaluados, los callos de ápice de vástago registraron la mayor TC promedio

(0.187 mg d^{-1}), comparada con la de ápice de raíz (0.169 mg d^{-1}). En ambos casos, la mayor TC fue observada en la semana cuatro y posteriormente descendió, observando un mayor descenso para la TC en callos de ápice de raíz (0.154 mg d^{-1}), que la de los procedentes de ápice de vástago (0.180 mg d^{-1}). Se observó una mayor variabilidad en las TC de callos de ápice de vástago. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tipos y niveles de auxina. En dicamba la mayor TC en callos de ápice de vástago ocurrió a la cuarta semana con 0.278 mg d^{-1} (Fig. 2A), mientras que en 2,4-D la mayor TC registrada fue con el menor nivel (1 mg L^{-1}) a la quinta semana (0.308 mg d^{-1}), en esta auxina la TC en los diferentes niveles mostró un incremento y no registró caída a la última semana de evaluación (Fig. 2C). En picloram se observó diferente comportamiento entre niveles probados, con 2 mg L^{-1} , la mayor TC fue observada a la semana 3 (0.325 mg d^{-1}), mientras que para 3 y 1 mg L^{-1} , ocurrió en la semana cuatro con; 0.275 mg d^{-1} y 0.325 mg d^{-1} , respectivamente (Fig. 2E).

En raíz, se observaron diferencias significativas entre tipos y niveles de auxinas. En dicamba con 1 mg L^{-1} se observó una caída en la TC a la cuarta semana (0.189 mg d^{-1}), pero con 2 y 3 mg L^{-1} (0.153 y 0.100 mg d^{-1} , respectivamente), se registró un crecimiento constante hasta la semana 5 (Fig. 2B). Con 2,4-D la mayor TC ocurrió en la semana 4, siendo el nivel 3 mg L^{-1} , el que promovió la mayor TC con 0.231 mg d^{-1} (Fig. 2D). Los cultivados con picloram, solamente los de 2 mg L^{-1} , mostraron una caída en la TC a la quinta semana (0.160 mg d^{-1}), mientras que con 1 y 3 mg L^{-1} , se observó que la TC fue en aumento (Fig. 2F), aunque se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la TC entre estos niveles, siendo el nivel con 3 mg L^{-1} el que presentó la mayor TC (0.235 mg d^{-1}).

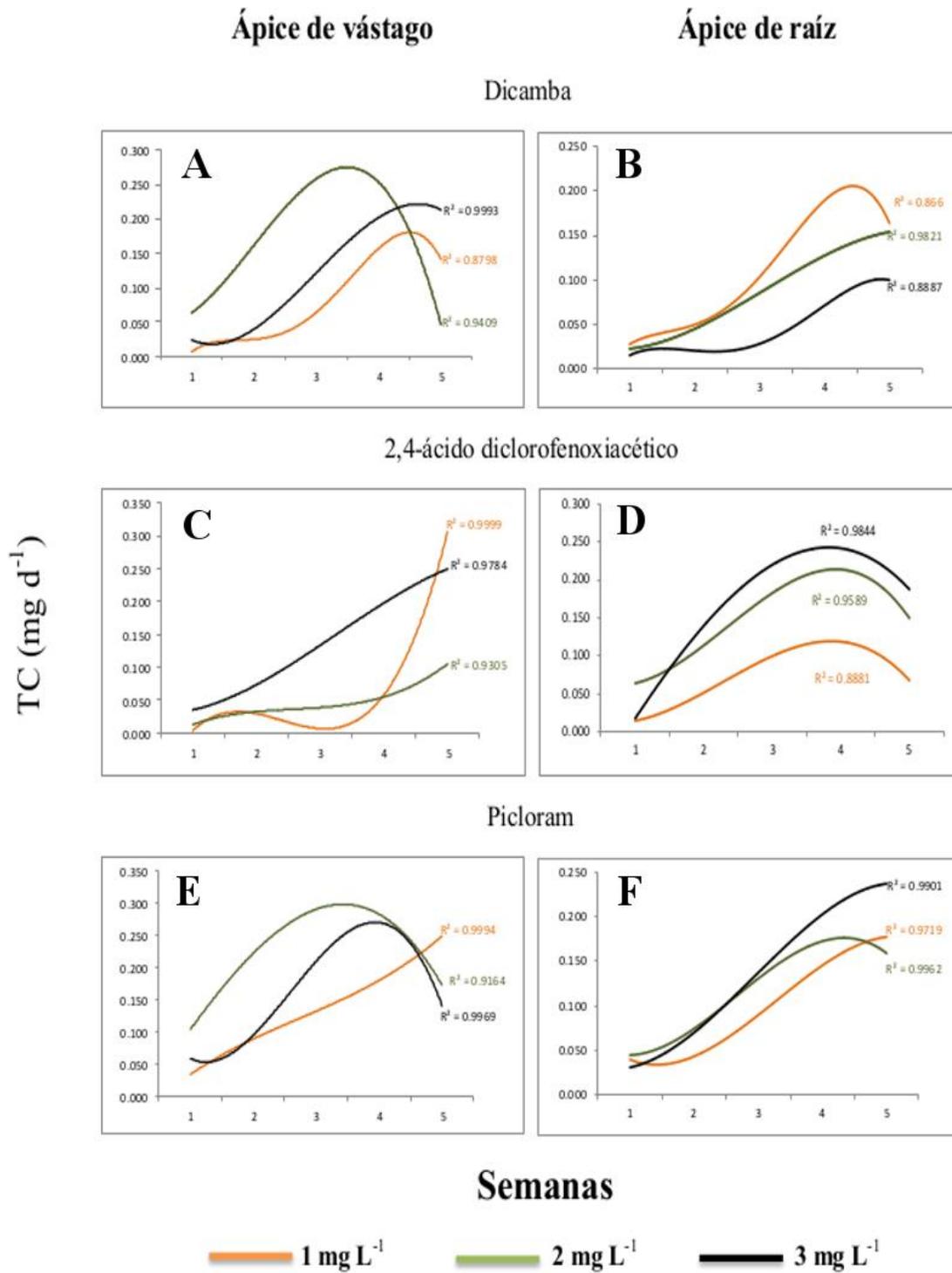


Figura 2. Tasa de crecimiento en callos provenientes de ápice de vástago y raíz de *B. curtipendula*, en diferentes auxinas y a diferentes niveles

CONCLUSIONES

En éste estudio muestra que los callos provenientes de ápice de raíz presentaron mayor cantidad de callos friables, mientras que los ápices de vástago presentaron mayor porcentaje de callos suaves. Las TC en callos inducidos a partir de ápices de raíz, fueron menores que las registradas para callos de ápice de vástago. Los callos inducidos con picloram mostraron las mayores TC en ambos explantes, pero la mayoría de sus callos fueron vitrificados. Lo anterior permite afirmar que los callos provenientes de ápice de raíz muestran mejores características morfológicas que pueden ser utilizados en estudios futuros.

LITERATURA CITADA

Bernal-Flores, A.; Quero-Carrillo, A.R.; Pérez-Rodríguez, P.; Wang, Z.; Zavaleta-Mancera, H.A.; Ortega-Cerrilla, M.E. 2013. Callos suaves incrementan la eficiencia de regeneración en pasto Banderita (*Bouteloua curtipendula* Michx. Torr.). IV Congreso Internacional de Manejo de pastizales. Texcoco, Edo de México. pp. 160-164.

Bernal-Flores, A.; Quero-Carrillo, A.R.; Pérez-Rodríguez, P.; Zavaleta-Mancera, H.A.; 2014. Empleo del sorbitol y su respuesta en embriogénesis somática *Bouteloua curtipendula* apomíctica. V Congreso Internacional de Manejo de pastizales.

Huang, W-L.; Lee, Ch-H.y Chen, Y-R. 2012. Levels of endogenous abscisic acid and indole-3-acetic acid influence shoot organogenesis in callus cultures of rice subjected to osmotic stress. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 108:257-263.

Rakshit, S.; Rashid, Z.;Sekhar, J.C.;Fatma, T. and Dass, S. 2010. Callus induction and whole plant regeneration in elite Indian maize (*Zea mays* L.) inbreds. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 100:31-37.

ESTABLECIMIENTO DE PASTO OVILLO (*Dactylis glomerata* L.) EN UNA PRADERA INVADIDA POR MALEZAS Y PRODUCTIVIDAD ESTACIONAL

ESTABLISHMENT OF ORCHARD GRASS (*Dactylis glomerata* L) IN A MEADOW INVADDED BY WEEDS AND SEASONAL PRODUCTIVITY

Marco Antonio Rivas Jacobo^{1*}, Camelia Alejandra Herrera Corredor¹, Anabel Romero Dávila¹

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Carretera San Luis Potosí-Matehuala Km. 14.5, Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. *marco.rivas@uaslp.mx.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el rendimiento y componentes morfológicos de una pradera establecida con pasto ovillo en una praderas invadida con malezas en Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., a 22° 14' 10" LN y 100° 51' LO, a 1835 msnm con una media anual de 17.8°C y una precipitación de 350 mm bajo un clima seco templado. La siembra fue el 30 de marzo de 2012. Se fertilizó con 50 kg de 18-46-00 y 50 kg de 46-00-00. Los tratamientos fueron las estaciones de otoño, invierno y primavera. El pasto ovillo se sembró a una densidad de 20 kg/ha y se regó cada 20 días. La parcela se dividió en cuatro potreros de 0.25 ha. Se hicieron 10 muestreos con un cuadrante de 0.5 x 0.5 m en cada potrero. Se midió el rendimiento de materia seca (RMS), de hoja (RMSH), de tallos (RMST), de espiga (RMSE) y de maleza (RMSMAL) y la altura de planta (ALTURA). En el primer crecimiento de la pradera en otoño se observaron los RMS más altos y predominó el pasto llorón, cereales de grano pequeño y setaria porque había semilla presente de las malezas del año anterior y las condiciones ambientales y del suelo permitían su emergencia. En las estaciones de invierno y verano el pasto ovillo presentó bajo el rendimiento de materia seca pero mejoró el rendimiento de hoja. Las condiciones permitieron obtener forraje abundante en el primer ciclo de crecimiento sin perjudicar posteriormente la implantación del pasto ovillo.

Palabras clave: Materia seca, ovillo, componentes morfológicos, estaciones.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the performance and morphological components of a prairie orchard grass established with a meadows overrun with weeds in Soledad de Graciano Sánchez, SLP, at 22° 14' 10" LN and 100° 51' LO, to 1835 m with an average 17.8°C and annual rainfall of 350 mm under a dry temperate climate. Sowing was on 30 March 2012. With 50 kg of 18-46-00 and 50 kg with 46-00-00 was fertilized. The treatments were the seasons of autumn, winter and spring. Orchard grass was seeded at a density of 20 kg/ha. It was watered every 20 days. The plot is divided into four paddocks of 0.25 ha. 10 samples with a quadrant of 0.5 x 0.5 m in each plot were made. The dry matter yield (DMY), leaf (DMYL), stems (DMYS), spike (DMYS) and weed (DMYW) and plant height (height) was measured. In the first pasture growth in autumn the highest DMY were observed and prevailed weeping grass, small grains and setaria because there was weed seed present last year and environmental conditions and soil allow its emergence. In the winter and summer orchard grass showed lowered the dry matter yield but improved performance sheet. The conditions allow obtaining abundant forage in the first cycle of growth without further harming the implementation of the main grass was the orchard grass.

Keywords: Dry matter, orchard grass, morphological components, seasons.

INTRODUCCIÓN

La producción de forrajes es una alternativa para la alimentación de rumiantes en cualquier sistema de producción, por su bajo costo de producción, sin embargo, en

muchos casos los productores establecen praderas año con año en la búsqueda de altos rendimientos con especies anuales de corte o pastoreo de invierno. Con este tipo de sistema es claro observar que las especies

forrajeras utilizadas tienen un corto ciclo productivo por ser anuales y en menos de los seis meses de establecidas ya han desaparecido, lo que obliga al productor comprar otro tipo de semilla para establecer una nueva especie forrajera de primavera-verano lo que resulta costoso. Una alternativa sería, que una vez utilizado el forraje de corte o pastoreo producido en invierno bajo riego, lo cual sucede a media primavera, laborear los terrenos y aplicarles riego para lograr la emergencia de especies forrajeras del lugar; uno de estos casos en la región de la zona centro de San Luis Potosí, se ha observado que emergen pastos nativos y naturalizados como el pasto llorón, setarias, briza, punta blanca, bromus, gramas y algunas plantas del cultivo anterior que conforman una pradera mixta con productividad en primavera, verano y quizá hasta parte de otoño. Las praderas mixtas son aquellas que reciben ambos tipos de manejo descanso y pastoreo según la época del año. Están constituidas por más de una especie vegetal pudiendo ser de 2 o 3 especies, realizada por el hombre y por lo general son perennes (Gómez de Barreda, 2005). El pasto llorón también conocido como zacate amor (*Eragrostis curvula* (Schrader) Ness.) es originaria de África de hábito perenne y amacollada, es muy utilizada en San Luis Potosí en temporal (Ackerman, *et al.*, 1987); se desarrolla en suelos arenosos y produce forraje en suelos de baja fertilidad en zonas semiáridas, con alta facilidad de establecimiento y de buena calidad forrajera con una producción de materia seca de 1910 kg/ha. Ecológicamente se recomienda que se establezca con una especie de pasto nativo para la rehabilitación ecológica del sitio, ya que gradualmente se reintroducen las especies nativas (Beltrán *et al.*, 2009). La producción de forraje verde se ha observado que puede ser de 17.673 kg/ha, el valor alimenticio en términos generales es bueno en contenido de proteínas en

primavera y disminuye hacia verano y otoño (Baya, 1973). El pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) por su alto rendimiento y calidad, es uno de los pastos más utilizados para las zonas templadas y semiáridas para la alimentación de vacas lecheras principalmente y para la engorda de bovinos y ovinos en pastoreo (Velasco-Zebadúa *et al.*, 2001). Es una especie nativa del centro y oeste de Europa, es una planta erecta amacollada, perenne de clima templado que se reproduce por semilla y partes vegetativas. El pasto ovilla ha sido estudiado por varios investigadores, entre ellos Villareal *et al.* (2014) quienes observaron que el rendimiento de forraje varió durante el verano, el rendimiento de 11,583 kg MS ha⁻¹ en el pastoreo a una frecuencia baja e intensidad severa, produciendo 58% más forraje que con la frecuencia alta en ambas intensidades, 54% a la frecuencia de baja para la menor intensidad y 34 y 39% para la frecuencia media con la intensidad severa y moderada, respectivamente. En esta estación también se obtuvo la mayor tasa de acumulación de forraje con el tratamiento que obtuvo el mayor rendimiento. Los componentes morfológicos y su contribución en porcentaje al rendimiento de materia seca, en primavera y verano el contenido de hoja fue superior al 80%. El objetivo fue evaluar el rendimiento y componentes morfológicos de una pradera establecida con pasto ovilla en una pradera invadida con malezas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la pradera de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, ubicada en el ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., a 22° 14' 10" Latitud Norte y 100° 51' Longitud Oeste, a una altura de 1835 msnm con clima seco templado, temperatura media anual de 17.8°C y una precipitación media anual de 350 mm (García, 2004). Los

tratamientos fueron: las estaciones del año (otoño, invierno y primavera). Una pradera sembrada con triticale como cultivo de corte anual en la época de primavera se cosechó y se preparó para la siembra de pasto ovilla mediante un barbecho y un rastreo que posteriormente fue sembrada el 30 de marzo de 2012. Se aplicó fertilizante a razón de 50 kg de fosfato di amónico (18-46-00) y 50 kg de urea (46-00-00) a la siembra. Los riegos se realizaron cada 20 días. La parcela se dividió en cuatro potreros de 0.25 ha para realizar los trabajos de campo. Se estimó el rendimiento de materia seca a mediados de las estaciones de otoño, invierno y primavera. La pradera fue pastoreada con ovinos de lana dos ocasiones antes de la siguiente medición en cada estación, cuidando que dejarán aproximadamente 5 cm de altura. Al final del ciclo de crecimiento (otoño, invierno y primavera) se hicieron 10 muestreos en cada potrero de la pradera utilizando el método del cuadrante en zig zag a lo largo y ancho del potrero colocando un cuadrante de 0.5 x 0.5 m en diez ocasiones para tener en total 40 repeticiones, se cortaron las plantas a 5 cm de altura al ras del suelo, se pesaron en una balanza digital con aproximación a 1 g y se registró su peso en verde, posteriormente se tomó una submuestra de 50 g y se colocó en una bolsa de papel estraza y se llevaron a la estufa a 55°C por 72 h para determinar la materia seca. Se midió el rendimiento total de materia verde (RMV) y seca (RMS) en base la muestra del cuadrante y a la submuestra seca, respectivamente. La submuestra se separó en componentes morfológicos para obtener las variables rendimiento de materia seca de hoja (RMSH), de tallos (RMST) y de espiga (RMSES). También se midió el rendimiento de maleza (RMSMAL) separando la maleza de la muestra del cuadrante y se pesó en verde y se llevó una submuestra a la estufa de aire forzado al igual que las especies de

interés. Se midió la altura de planta (ALTP) con una regla, desde la base de la planta al ras del suelo hasta la punta de la inflorescencia. Se realizó una estimación en forma visual en cada cuadrante de las especies presentes. El diseño de tratamientos utilizado fue completamente al azar con 40 repeticiones. Se realizó la prueba de Tukey al 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la variable Altura los datos muestran diferencias significativas (Cuadro 1), donde el mayor valor se obtuvo en la estación de otoño que correspondió al primer corte después del establecimiento, esta mayor altura obedece a que las plantas cosechadas que predominaron fueron del pasto llorón. Valores mucho mayores los reportados por Paye (2006) con valores de 26.2 cm para pasto llorón y semejantes a los del pasto ovilla con 23 cm. La variable RMS mostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1), siendo la estación de otoño la que mostró el mayor rendimiento que fue compuesto básicamente de pasto llorón, el cual como es de porte mucho más alto que el ovilla y otros pastos presentes, contribuyó totalmente en el rendimiento de la materia seca. Resultados mucho mayores a los reportados por Paye (2006), quien obtuvo 1309 kg de MS/ha por corte. Villarreal *et al.* (2014) en Chapingo, México en pasto ovilla obtuvieron un rendimiento promedio de materia seca acumulada en la estación de primavera de 5298 kg/ha a una frecuencia de pastoreo de 4 semanas, lo que corresponde a un aproximado de 1324 kg de MS/ha por corte, para verano fue de 1653 y para otoño fue de 1368 kg de MS/ha, valores mucho mayores a los obtenidos en este trabajo. Para RMSH los datos (Cuadro 1) mostraron diferencias significativas entre tratamientos, donde en la estación de invierno y primavera se obtuvieron los mayores resultados, esto se debió a que en esas dos estaciones el pasto

llorón ya no creció como en el primer corte y se suprimió su desarrollo y ya estaba presente el pasto ovilla, el cual muestra mayor cantidad de hoja en proporción al total de la planta con respecto al pasto llorón que morfológicamente presenta una baja proporción de hoja, aspecto que refuerza Villarreal *et al.* (2014), al observar que el 80% de la hoja del pasto ovilla contribuye al rendimiento de la materia seca del pasto en las estaciones de primavera y verano. En lo que se refiere a RMST los datos mostraron diferencias significativas (Cuadro 1), siendo la estación de otoño la que mostró el mayor valor, lo cual obedeció a que el pasto llorón morfológicamente muestra mayor proporción de tallo que las otras especies presentes. El tallo no varió en las estaciones de invierno y primavera cuando la pradera mostró en mayor proporción al pasto ovilla. En cambio Zaragoza *et al.* (2009), observaron que la relación hoja: tallo en pasto ovilla varió estacional y semanalmente, y fue mayor en las primeras dos semanas de crecimiento en verano y otoño y en las tres primeras semanas en invierno y primavera; posteriormente disminuyó de manera progresiva al aumentar la edad del pasto. La mayor relación hoja:tallo en invierno fue originada por el

escaso desarrollo de los tallos, en las primeras cuatro semanas. A partir de la quinta semana se observó un descenso por efecto de las heladas y bajas temperaturas. La variable RMSES mostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1), donde la estación de otoño mostró el mayor valor e incluso en las estaciones de invierno y primavera no se presentaron espigas debido a que no se tuvieron las condiciones ambientales para la emergencia de éstas, además que como el crecimiento era lento se cosechaba antes la pradera con animales y no se dejaron espigar las plantas. Para RMSMAL los datos mostraron diferencias significativas (Cuadro 1), siendo que la estación de otoño la que mostró el mayor valor, esto se debió a que en la estación de otoño era el primer crecimiento de la pradera y todavía existían condiciones ambientales para emergencia de malezas, en cambio para invierno no existieron condiciones para las malezas y emergieron pocas, y para primavera ya se había implantado el pasto orchard y como no se removió el suelo ni en el primer corte se dejaron semillar las plantas, no se tenían condiciones para la emergencia de malezas a pesar de que le ambiente si lo permitía.

Cuadro 1. Comparación de medias de la altura y rendimiento de materia seca y sus componentes morfológicos y de maleza de una pradera mixta de pasto llorón y ovilla en tres estaciones del año. Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. 2012.

| Estación | Altura | RMS | RMSH | RMST | RMSES | RMSMAL |
|-----------|--------|----------|---------|---------|---------|---------|
| Otoño | 56.1 a | 1716.8 a | 257.5 b | 429.6 a | 642.2 a | 387.5 a |
| Invierno | 14.9 c | 674.3 b | 464.3 a | 35.2 b | 0.0 b | 174.8 b |
| Primavera | 21.3 b | 528.4 b | 453.7 a | 27.6 b | 0.0 b | 47.1 b |
| Media | 30.8 | 973.2 | 391.83 | 164.1 | 214.1 | 203.1 |
| DMS | 6.1 | 286.3 | 110.3 | 100.0 | 132.1 | 174.8 |

a,b..Letras diferentes muestran diferencias significativas, RMS=Rendimiento de materia seca, RMSH=Rendimiento de materia seca de hoja, RMST=Rendimiento de materia seca de tallo, RMSES=Rendimiento de materia seca de espiga, RMSMAL=Rendimiento de materia seca de maleza, DMS=Diferencia mínima significativa.

CONCLUSIONES

En el primer crecimiento de la pradera que fue en otoño predominó el pasto llorón

porque había semilla presente de las malezas del año anterior y las condiciones ambientales y del suelo permitían su

emergencia y por su agresividad predominó ante el pasto ovilla y otras especies. En las estaciones de invierno y primavera no presentó condiciones para el desarrollo del pasto llorón y otras especies anuales, lo que permitió la implantación del pasto ovilla aunque con menor rendimiento que el pasto llorón. Las condiciones permitieron obtener forraje abundante en el primer ciclo para la alimentación animal sin perjudicar posteriormente la implantación del pasto principal que fue el ovilla.

LITERATURA CITADA

- Baya C., E. M. 1973. Importancia del pasto llorón. Hemisferio Sur, Bs.As. 87 pag.
- Beltrán L., S.; Loredó O., C.; García C., A. 2009. Llorón imperial y garrapata hércules nuevas variedades de pastos para el Altiplano de San Luis Potosí. San Luis Potosí. INIFAP.
- Gómez de Barreda F., D. 2005. Praticultura. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 250 pag.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. Series Libros Núm. 6. Instituto de Geografía. UNAM. México. 90 pag.
- Paye P., F. O. 2006. Evaluación agronómica y comparación de rendimiento en seis especies forrajeras plurianuales, bajo condiciones de secano en Letanías, Provincia Ingavi. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Oficina IICA Bolivia.
- Velasco-Zebadúa, M. E.; Hernández-Garay, A.; González-Hernández, V. A.; Pérez-Pérez, J.; Vaquera-Huerta, H.; Galvis S., A. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.). Téc Pecu Méx; 39:1-14.
- Villarreal G., J. A., Hernández G., A.; Martínez H., P. A.; Guerrero R., J. D.; Velasco Z., M. E. 2014. Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. Rev Mex Cienc Pecu; 5(2):231-245.
- Zaragoza E., J.; Hernández-Garay, A.; Pérez P., J.; Herrera H., J. G.; Osnaya G., F.; Martínez H., P. A.; González M., S. S.; Quero C., A. R. 2009. Análisis de crecimiento estacional de una pradera asociada alfalfa-pasto ovilla. Tec Pecu Méx; 47(2):173.188.

VIABILIDAD Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PASTO NAVAJITA PROCEDENTES DE DIFERENTES POBLACIONES NATURALES DISTRIBUIDAS EN DURANGO

VIABILITY AND GERMINATION OF BLUE GRAMA GRASS SEEDS FROM DIFFERENT NATURAL POPULATIONS DISTRIBUTED IN DURANGO

Erickson Basave Villalobos¹, Pablo A. Domínguez Martínez^{1*}, Saúl Santana Espinoza¹, José Ángel Sigala Rodríguez¹, Rafael Jiménez Ocampo¹.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - Campo Experimental Valle del Guadiana. Carretera Durango-El Mezquital km 4.5 Durango, Dgo. Méx. C. P. 34170. *dominguez.pablo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las poblaciones naturales representan una fuente apropiada para abastecer las demandas de germoplasma de pastos nativos para programas de rehabilitación de pastizales degradados. En el presente estudio, se analizó la calidad fisiológica en términos de viabilidad y germinación, de semillas de tres poblaciones naturales de semilla de pasto navajita distribuidas en Durango (Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP Durango, Parque El Tecuán y San Pedro de la Máquina). La viabilidad se determinó mediante un análisis de rayos X y la germinación a través de una prueba de germinación estándar. En general, la viabilidad y la germinación fueron bajas para las tres poblaciones. Los valores oscilaron entre 10% y 40%. Las poblaciones naturales de *Bouteloua gracilis* analizadas en este estudio, no mostraron potencial como fuentes productoras de germoplasma de calidad, puesto que la viabilidad y la germinación fue baja. No obstante, se recomienda un estudio similar en años posteriores que involucre diferentes fechas de recolección y más sitios de muestreo.

Palabras clave: *Bouteloua gracilis*, rehabilitación de pastizales, agostaderos, pastos nativos.

ABSTRACT

Natural populations are an appropriate source of native grass germplasm to supply the needs of rehabilitation programs of degraded range pastures. The physiological quality in terms of viability and germination of blue grama grass seed was analyzed in this study. The seeds analyzed came from three natural populations (Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP Durango, "El Tecuan" Park and San Pedro de la Máquina) distributed in Durango. Viability was determined through an X-ray test and germination through a standard germination test. Viability and germination of the three seed populations were low, values ranged from 10% to 40%. Populations of *Bouteloua gracilis* analyzed in this study did not show potential as a source for quality germplasm, due to their low viability and germination. However, similar studies should be performed in years to come with the inclusion of more collection dates and sites.

Key words: *Bouteloua gracilis*, grassland rehabilitation, rangeland, native grass

INTRODUCCIÓN

La pérdida y fragmentación acelerada de la cubierta vegetal de los pastizales distribuidos en el norte de México, ha provocado en estos ecosistemas, alteraciones en su estructura, integridad y funcionalidad; por lo tanto, su capacidad para proveer bienes y servicios se está reduciendo. Estadísticas de CONABIO (2015), señalan que una

extensión superior al 36% del pastizal distribuido en esta región se ha perdido, y sólo alrededor del 60% del pastizal que aún está presente, se mantiene conservado.

Ante este panorama, varias especies de pastos nativos han disminuido su cobertura o han sido desplazadas. Tal es el caso de *Bouteloua gracilis*, la cual es una especie

con alta importancia económica, ecológica y social, pues su alto potencial forrajero (gran calidad nutricional), y las funciones ecohidrológicas que desempeña en el suelo (Reyes *et al.*, 2015), le confieren dicho valor.

La capacidad natural de dispersión de este pasto se ha limitado, debido a cambios en el uso del suelo, al sobrepastoreo y por la invasión de pastos exóticos (ECOPAD, 2007). Acciones de recuperación de su cobertura son requeridas para evitar que la especie se pierda junto con los beneficios que representa. La siembra directa o el establecimiento de plántulas producidas en vivero son alternativas para asistir la recuperación de su cobertura; no obstante, cualquiera de las dos opciones depende de la disponibilidad de semillas de calidad.

Si no se cuenta con unidades certificadas productoras de germoplasma, las poblaciones naturales son una fuente viable

para abastecer las demandas de semillas, siempre y cuando tengan las características ambientales y ecológicas apropiadas para garantizar este aspecto. A través del análisis de la calidad fisiológica de las semillas, es posible identificar poblaciones con potencial para satisfacer los requerimientos de germoplasma de calidad. En este trabajo se analiza la viabilidad y germinación de semillas de pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) procedentes de poblaciones naturales distribuidas en Durango, con el fin de identificar fuentes de germoplasma aptas para la rehabilitación de pastizales degradados.

MATERIALES Y MÉTODOS

En Octubre de 2014, en el municipio de Durango, previo a recorridos en campo, tres poblaciones naturales de *B. gracilis* fueron identificadas y seleccionadas. En el cuadro 1, se describen los sitios donde éstas se encuentran, y en la figura 1 se ilustra su localización geográfica:

Cuadro 1. Descripción general de las poblaciones naturales de *Bouteloua gracilis* distribuidas en el municipio de Durango a las que se les analizó la calidad fisiológica de sus semillas.

| Población | Nombre de la población | Localización geográfica | Altitud (msnm) |
|-----------|-------------------------|-------------------------------|----------------|
| 1 | CEVAG-INIFAP Durango | 23° 59' 20" N, 104° 37' 37" O | 1879 |
| 2 | Parque El Tecuán | 23° 52' 46" N, 105° 00' 45" O | 2595 |
| 3 | San Pedro de la Máquina | 24° 08' 21" N, 105° 02' 14" O | 2353 |

En cada población se recolectaron manualmente aproximadamente 500 g de tallos con diásporas, las cuales fueron depositadas en bolsas de papel para su transporte. En el Campo Experimental Valle del Guadiana (CEVAG) del INIFAP en Durango, fue realizado el beneficio de las unidades de dispersión. Este proceso consistió en poner las bolsas con las diásporas dentro de un invernadero para promover su secado a través de altas temperaturas. Tras el secado, todas las diásporas se retiraron manualmente.

Entonces, un lote de 20 g de diásporas de cada procedencia fue seleccionado al azar para analizar su viabilidad y germinación. La germinación se analizó mediante una prueba de germinación estándar sobre papel, la cual se realizó en el laboratorio de usos múltiples del CEVAG-INIFAP. Para ello, cuatro muestras de 25 diásporas por población se depositaron dentro de cajas Petri sobre un papel absorbente húmedo. A éstas no se les retiraron las brácteas accesorias (glumas, lema, palea, ramillas y aristas). Las cajas Petri, fueron colocadas dentro de una cámara de germinación a una temperatura de 27°C.

Periódicamente, las diásporas fueron regadas con agua destilada para mantener una humedad constante. A los 21 días, se registró el porcentaje de germinación. Se consideró

semilla germinada cuando el embrión emitió una radícula similar al tamaño de la diáspora.

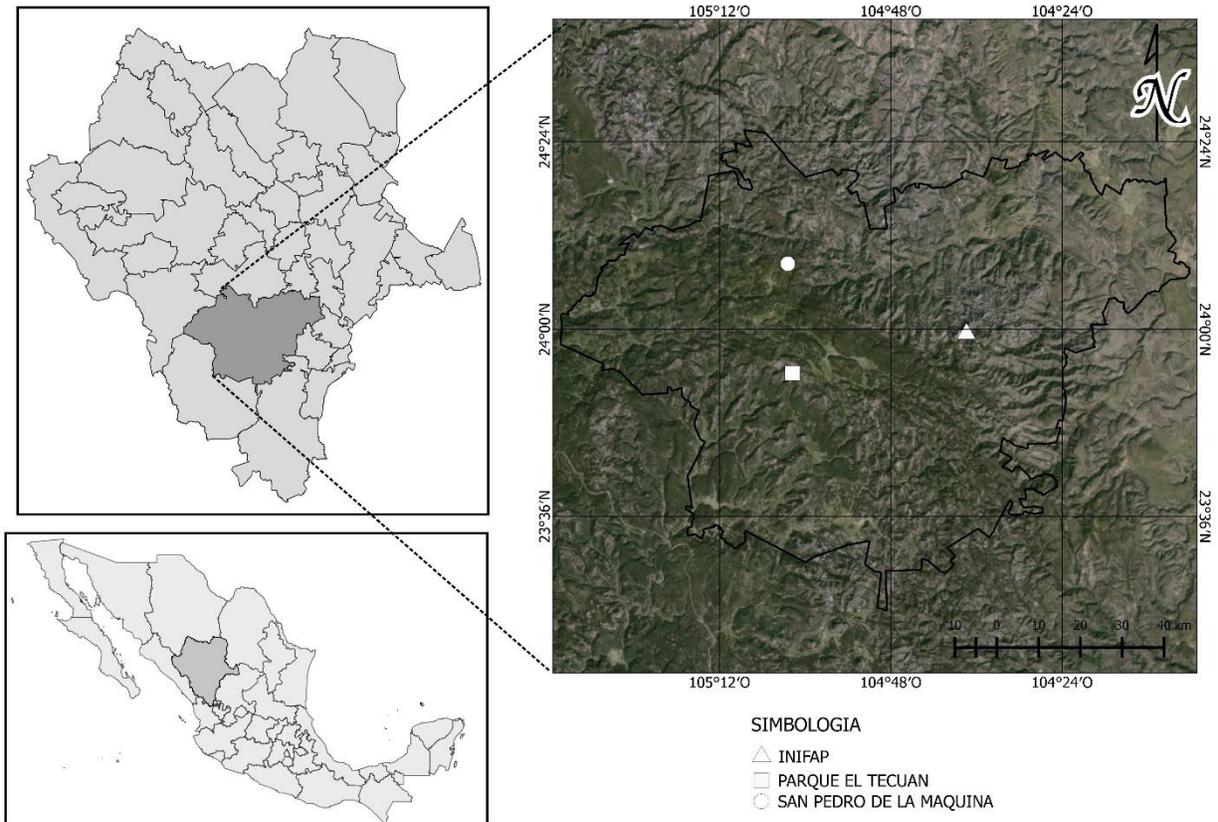


Figura 1. Localización geográfica de las poblaciones naturales de *Bouteloua gracilis* distribuidas en el municipio de Durango.

La viabilidad de las semillas se analizó mediante rayos X. Dicho análisis fue realizado en el laboratorio del Banco de Semillas Forestales de la Comisión Nacional Forestal, Delegación Durango. Debido al tamaño de las unidades, las muestras analizadas estuvieron constituidas por 10 diásporas. Cada muestra estuvo constituida por cuatro repeticiones.

Ambas pruebas fueron realizadas utilizando un diseño experimental completamente azar. Un análisis de varianza paramétrico fue

desarrollado. Dado que los valores en los porcentajes fueron inferiores al 40%, no se hizo la transformación arcoseno de los datos. El análisis estadístico se realizó con el paquete SAS 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis de varianza, no hubo diferencias estadísticas en ninguna de las variables evaluadas ($P \geq 0.05$). En general, la viabilidad y la germinación de las semillas de las tres poblaciones fueron bajas, pues oscilaron entre 10% y 40%. En relación con la viabilidad, el valor más elevado (40%) lo

presentaron las semillas procedentes del Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP en Durango, mientras que el más bajo (10%) se registró en semillas del Parque El Tecuán. Las semillas procedentes de San Pedro de la Máquina, reportaron un valor

intermedio de viabilidad de 20%. Referente con la germinación, a los 21 días se tuvo 8%, 16 % y 24% de semillas germinadas para la población del Parque El Tecuán, San Pedro de la Máquina y Campo Experimental Valle del Guadiana del INIFAP, respectivamente.

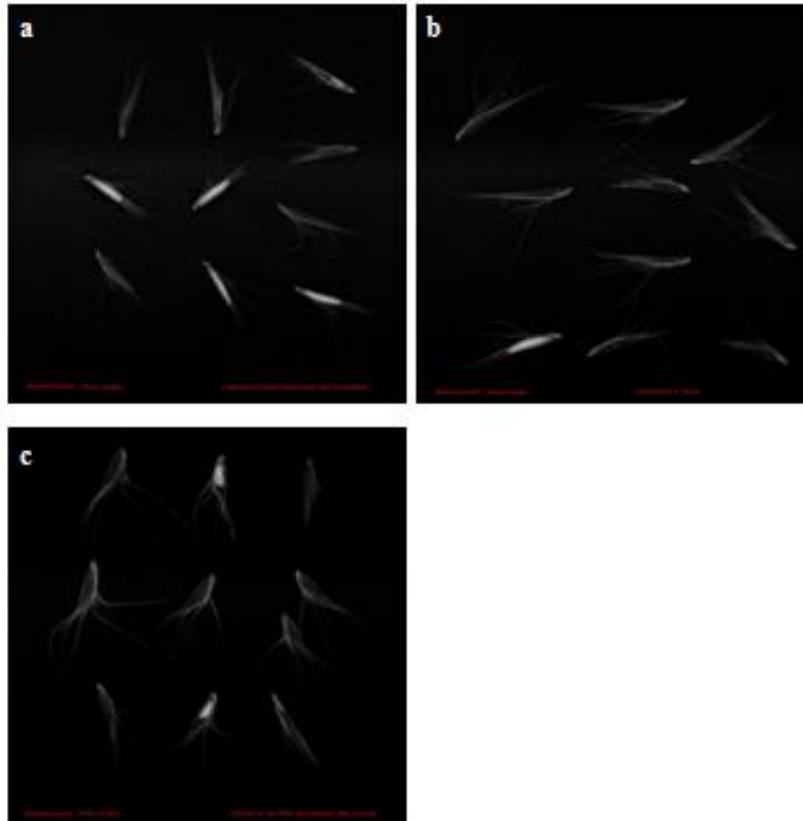


Figura 2. Viabilidad de las semillas de *Bouteloua gracilis* determinada a partir de rayos X. a) población del CEVAG-INIFAP, b) población del Parque El Tecuán, c) población de San Pedro de la Máquina.

Tras analizar la viabilidad y germinación de semillas de la misma especie de poblaciones procedentes de la región de los Llanos de Ojuelos Jalisco, Carrillo *et al.* (2009) reportan valores superiores a los registrados en este trabajo. Tal contrariedad en respuestas, sugiere que probablemente las poblaciones estudiadas en este trabajo están sometidas a procesos de fragmentación debido al sobrepastoreo y a la invasión de pastos exóticos, como el pasto rosado (*Rhynchelytrum repens*), al que están sujetos. En diversas especies vegetales, se ha registrado que la fragmentación afecta la

capacidad reproductiva, dando lugar a semillas vanas o con baja capacidad germinativa. Por ejemplo, Henriquez (2004) en su trabajo con *Lapageria rosea*, evaluó la calidad de semillas en términos de viabilidad, tamaño y capacidad germinativa en función de las condiciones del sitio de procedencia y encontró que en sitios fragmentados la especie produce semillas de mala calidad, efecto que atribuye a la pérdida de fecundidad, como una respuesta directa asociado con procesos de endogamia. No obstante tales respuestas, pudieran también atribuirse a las condiciones

ambientales particulares de cada sitio, puesto que Giulianiet *al.* (2014) evidencian que el crecimiento y la fenología de la especie difieren geográficamente.

CONCLUSIONES

Las poblaciones naturales de *Bouteloua gracilis* analizadas en este estudio, no mostraron potencial como fuentes productoras de germoplasma de calidad, puesto que la viabilidad y la germinación fue baja. No obstante, se recomienda un estudio similar en años posteriores que involucre diferentes fechas de recolección y más sitios de muestreo.

LITERATURA CITADA

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2015. Pastizales. Biodiversidad Mexicana <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pastizales.html>

ECOPAD, 2007. Aguirre, C., J. Hoth y A. Lafón (editores). Estrategia para la Conservación de Pastizales del Desierto Chihuahuense. Chihuahua México. 23 pp.

Carrillo, S. M.; T. Arredondo M.; E. Huber-Sannwalda; Joel Flores R. 2009. Comparación en la germinación de semillas y crecimiento de plántulas entre gramíneas nativas y exóticas del pastizal semiárido. Técnica Pecuaria de México 47(3): 299-312.

Henríquez, C. A. 2004. Efecto de la fragmentación del hábitat sobre la calidad de las semillas en *Lapageria rosea*. Revista chilena de historia natural 77(1): 177-184.

Gualiani, A. L.; E. F. Kelly; A. K. Knapp. 2014. Geographic variation in growth and phenology of two dominant central US grasses: consequences for climate

change. Journal of Plant Ecology 7 (3):211-221.

Reyes, G. V. M.; O. Viramontes O.; J. T. Arredondo M.; E. Huber-Sannwald; A. Rangel R. 2015. Functional ecohydrological differences among native and exotic grassland covers in sub-urban landscapes of Chihuahua city, Mexico. Landscape and Urban Planning 139:54-62.

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE TRES LEGUMINOSAS TROPICALES EN LA ÉPOCA DE ESTIAJE

AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF THREE TROPICAL LEGUMES IN THE DRY SEASON

Manuel Silva Luna^{1*}, José Orlando Enríquez Pintor², Cándido Enrique Medina Guerra², Adrián Raymundo Quero Carrillo³, Mario Antonio Vega Loera⁴

¹INIFAP Campo Experimental Tecomán, Km. 35 Carr. Colima-Manzanillo, Mpio. Tecomán- Colima, Mex. C.P. 28100, ²U de G, Centro Universitario de la Costa de Jalisco, Av. Independencia Nacional 151, C.P. 48900. Autlán, Jalisco., C. P. 48100, ³Colegio de Postgraduados, KM. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Méx.C.P. 56230. ⁴INIFAP Campo Experimental Altos de Jalisco, Km 8 Carr. Libre Tepatitlán-Lagos de Moreno, Mpio. Tepatitlán, Jalisco, Mex. *silva.manuel@inifap.gob.mx

RESUMEN

En este experimento evaluaron tres leguminosas arbustivas establecidas hace un año, sembradas a un metro entre surco y plantas, se realizó un corte de uniformidad a un metro de altura, treinta días después del inicio de la época de mínima precipitación, y posteriormente cada 15 días se cuantificaron las variables: número de brotes, longitud de tallos y diámetro de tallos de las tres leguminosas cortó todo el rebrote o forraje consumible de 20 plantas, se separaron las hojas de los tallos leñosos y se pesaron por separado para determinar el forraje verde y seco producido/planta, este procedimiento se realizó cada 15 días hasta los 75 días, las muestras frescas, se secaron a la intemperie sobre piso de cemento, y se pesaron hasta obtener peso constante, una vez secas, se determinó el % de materia seca. Varalcalde fue la leguminosa con mayor capacidad de rebrote, los tallos más largos y con mayor diámetro, de igual forma produjo mayor cantidad de hojas y en tallos para época de mínima precipitación.

Palabras clave: Número de brotes, producción de biomasa y leguminosas.

ABSTRACT

In this experiment evaluated three shrub legumes established a year ago, planted one meter between rows and plants, a uniformity cut was made at one meter high, thirty days after the start of the period of low rainfall, and every 15 days quantified variables: number of buds, stems length and diameter of stems cut all three legumes or consumable forage regrowth of 20 plants, the leaves of woody stems were removed and weighed separately to determine the forage dry produced / plant, this procedure was performed every 15 days to 75 days, fresh samples were dried in the open on a cement floor, and weighed to constant weight, after drying, it was determined the% of matter dry. Varalcalde was the legume regrowth higher capacity, longer and larger diameter stems, similarly produced more leaves and stalks for minimum rainfall season.

Keywords: Number of outbreaks, biomass production and legumes.

INTRODUCCIÓN.

En el trópico mexicano, donde existen de cuatro a cinco meses de lluvia y siete u ocho meses de estiaje, resultando una producción de forraje estacional e insuficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de los animales, causando en estos, ciclos de ganancia y pérdida de peso y a su vez un déficit en la producción animal. Una alternativa a las deficiencias de producción

la representa el uso de leguminosas como banco de proteína o en asociación con gramíneas. Además de los beneficios eco-biológicos con el empleo de las leguminosas (control de erosión, producción de leña, cortina rompe vientos y fuente de nitrógeno natural). Alto contenido de proteína (14% a 28%) y menos fibra (<40%) incrementando el consumo voluntario (Lascano y Ávila, 1991). Sobre todo sabiendo la gran mayoría

de las leguminosas y otros árboles y arbustos tropicales son nativos del trópico mexicano y pueden ser utilizados para la alimentación animal buscando la sustentabilidad de los sistemas y tratando de no deteriorar más el entorno ecológico. Sin duda, el uso de leguminosas no es algo desconocido para los productores de ciertas regiones, así como tampoco el conocer empíricamente el resultado de utilizar estas especies forrajeras, como alternativa a la producción de carne o leche. Las cuales, en su forma nativa, sin mejoramiento, ni diseño topológico, han sido aprovechadas por rumiantes como una forma de obtención de forraje de calidad en la época de estiaje severo (Mejía, 2011). Por lo tanto, la utilización de leguminosas inducidas como pradera, podría representar una opción viable y económica, en tanto se seleccionen especies adecuadas a una región determinada con su debido manejo. Por lo que el objetivo fue realizar la caracterización agronómica de tres leguminosas tropicales en época de estiaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tuvo lugar en el Sitio Experimental Costa de Jalisco, perteneciente al Campo Experimental de Tecomán del CIRPAC - INIFAP, el cual se localiza en el municipio de La Huerta a los 19° 31' 15" latitud norte y 104° 32' 00" longitud oeste, a 298 msnm. Tipo climático Aw₁, precipitación promedio de 1452 mm y temperatura media de 25°C. Suelo tipo Feozeháplico, con pH de 6.1 (Ruiz *et al.*, 2003). En este experimento evaluaron tres leguminosas arbustivas, dos nativas de México: *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* cv. *Peruana*) y *Varalcalde* (*Coursetia glandulosa*), así como una introducida, originaria de Brasil y Colombia: *Cratylia* (*Cratylia argentea* cv. *Veranera*), las cuales fueron establecidas hace un año, sembradas a un metro entre surco y plantas, con una densidad de 10,000 plantas/ha. Antes de

iniciar la evaluación de los materiales antes mencionados se realizó un corte de uniformidad a un metro de altura a cien plantas de cada leguminosa. A los treinta días después del inicio de la época de mínima precipitación, y posteriormente cada 15 días se cuantificaron las variables: número de brotes, longitud de tallos y diámetro de tallos de las tres leguminosas (empleando una regla y un vernier o pie de rey con graduación mínima de 0.1 cm), posteriormente se cortó todo el rebrote o forraje consumible de 20 plantas, se separaron las hojas de los tallos leñosos y se pesaron por separado para determinar el forraje verde y seco producido/planta, este procedimiento se realizó cada 15 días hasta los 75 días, teniendo así 5 fechas de corte (15, 30, 45, 60 y 75). En cada muestreo se tomaron 5 observaciones de cada especie, las cuales se pesaron en una balanza digital. Estas muestras frescas, se secaron a la intemperie sobre piso de cemento, y se pesaron hasta obtener peso constante, una vez secas, se determinó el % de materia seca. Los datos obtenidos se analizaron bajo un diseño estadístico de completamente al azar. Los datos obtenidos fueron analizados en el paquete estadístico SAS (1999), mediante el modelo general lineal (GLM). Asimismo, se realizaron la comparación de medias por Tukey ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede observar en el (Cuadro 1), los resultados obtenidos para brotes que emergieron de cada planta, en las cinco edades después del corte, no hubo diferencia significativa entre ellas ($P > 0.05$), ya que estas presentaron similar número de rebrotes, con una media de 45 brotes/planta, a la edad de 75 días, mientras que la edad intermedia (45 días) fue en la que se produjo menor cantidad de brotes/planta (29.6). En cuanto a número de brotes/especie, estadísticamente *Varalcalde* fue la leguminosa con mayor

capacidad de rebrote para época de mínima precipitación, generando significancia ($P>0.05$) en esta variable con una producción media de 52.3 brotes/planta, mientras que, Leucaena fue la de menor cantidad de brotes/planta con 24.8. Al

respecto Lugo *et al* en 2009, reportaron valores menores en Cratylia (11.3 y 8.1 brotes/planta) a 50 y 70 cm respectivamente y de 30 a 90 días, solo que ellos hicieron la evaluación en la época de lluvias.

| Cuadro 1. Numero de brotes/planta de tres leguminosas arbustivas en 5 edades de corte. Época de mínima precipitación (2013). Sitio Experimental Costa de Jalisco. | | | | | | |
|--|----|------|------|------|------|---------|
| Edad de la planta al momento del corte | | | | | | |
| Leguminosa \ Días | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | Media |
| Leucaena | 28 | 26 | 19 | 25 | 25 | 24.8 b |
| Varalcalde | 53 | 38 | 37 | 51 | 82.6 | 52.3 a |
| Cratylia | 44 | 48 | 33 | 31 | 28 | 36.6 ab |
| Media | 45 | 35.8 | 29.7 | 37.3 | 41.8 | |

a, b, c literales diferentes en la misma columna presentan diferencia estadística

Los resultados obtenidos para la variable longitud de tallos se encuentran en el (Cuadro 2), mostrando significancia entre las edades de corte ($P>0.05$). La prueba de medias (Tukey $P< 0.05$) indico que que la mayor longitud de tallos se presentó los 60 días con una media de 163.92 cm, lo que indica que después de esta edad la elongación de los tallos disminuyó, mientras que el menor crecimiento, como es de esperarse, se registró a los 15 días de edad

con 132.7 cm. Cuando realizó la comparación entre las especies, la leguminosa que tuvo mayor elongación de tallos fue Cratylia con una media de 197.83 cm difiriendo ante Leucaena y Varalcalde ($P<0.05$) con 118.02 y 136.2 cm respectivamente, donde estas últimas no tuvieron variabilidad entre ellas ($P>0.05$). Los mismos autores antes mencionados reportaron valores inferiores a los reportados en este trabajo.

| Cuadro 2. Longitud de tallos (cm) de tres leguminosas arbustivas en 5 edades de corte. Época de mínima precipitación (2013). Sitio Experimental Costa de Jalisco. | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Edad de la planta al momento del corte | | | | | | |
| Leguminosa \ Días | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | Media |
| Leucaena | 96.5 | 148.3 | 116.8 | 126 | 102 | 118 b |
| Varalcalde | 115 | 120.5 | 127.2 | 164.1 | 154.1 | 136.3 b |
| Cratylia | 186.5 | 195.1 | 200.7 | 201.5 | 205.4 | 197.9 a |
| Media | 132.7 | 154.3 | 148.2 | 163.9 | 154.0 | |

a, b literales diferentes en la misma columna presentan diferencia estadística

Los resultados encontrados en las diferentes edades de corte para el diámetro de tallos, bajo condiciones de mínima precipitación, se

ilustran en el (Cuadro 3). Donde se pudo apreciar que el análisis de varianza no indicó diferencia significativa ($P>0.05$) entre las

leguminosas donde los valores de diámetro de tallos rebrotados fluctuaron de 0.75 a 0.84 cm en Varalcalde y Cratylia en el orden mencionado. Por otro lado en las diferentes edades de corte si se observó significancia ($P < 0.05$) y se observa en el mismo cuadro 3

que los valores medios (Tukey $P < 0.05$) iniciaron con 0.65 cm en los 15 días, alcanzando hasta 0.91 en los 75 días, siendo este último el mayor engrosamiento como era de esperarse de acuerdo a la fisiología del desarrollo de las plantas.

| <i>Cuadro 3. Diámetro de tallos (cm) de tres leguminosas arbustivas en 5 edades de corte. Época de mínima precipitación (2013). Sitio Experimental Costa de Jalisco.</i> | | | | | | | |
|--|--------|---------|---------|-------|-------|-------|--|
| Edad de la planta al momento del corte | | | | | | | |
| Leguminosa \ Días | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | Media | |
| Leucaena | 0.66 | 0.85 | 0.88 | 0.92 | 0.92 | 0.81 | |
| Varalcalde | 0.64 | 0.64 | 0.72 | 0.83 | 0.87 | 0.75 | |
| Cratylia | 0.66 | 0.66 | 0.83 | 0.93 | 0.94 | 0.84 | |
| Media | 0.65 c | 0.72 bc | 0.81 ab | 0.89a | 0.91a | | |

a, b literales diferentes en la misma columna e hilera presentan diferencia estadística

Para la variable producción de biomasa seca de hojas los resultados encontrado se reportan en el (cuadro 4), presentando diferencia estadística entre cortes y leguminosas ($P < 0.05$) produciendo de 217 a 485g/planta en el corte de 15 y 75 días respectivamente, por otro lado al hacer la comparación de medias de la producción de biomasa seca en las hojasse encontró que la leguminosa Cratylia fue la que produjo mayor cantidad en los cinco cortes

realizados en la época de estiaje con valor desde 412 g/planta a los 15 días, hasta 620 g/planta a los 75 días post corte, mientras que Leucaena fue la de menor producción media con una producción de 185g/planta, ($P > 0.05$) y se puede apreciar en los valores reportados que Cratylia fue más productiva en la época de estiaje y las condiciones agroclimáticas prevalecientes en la costa de Jalisco.

| <i>Cuadro 4. Producción de biomasa seca de hojas de tres leguminosas arbustivas en 5 edades de corte. Época de mínima precipitación (2013). Sitio Experimental Costa de Jalisco.</i> | | | | | | | |
|--|------|--------|--------|--------|-------|-------|--|
| Edad de la planta al momento del corte | | | | | | | |
| Leguminosa \ Días | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | Media | |
| Leucaena | 105 | 235 | 180 | 193 | 213 | 185 b | |
| Varalcalde | 133 | 120 | 175 | 317 | 622 | 273 b | |
| Cratylia | 412 | 490 | 567 | 568 | 620 | 531 a | |
| Media | 217b | 282 ab | 307 ab | 359 ab | 485 a | | |

a, b literales diferentes en la misma hilera presentan diferencia estadística

Los resultados encontrado en la variable producción de biomasa seca de tallos se reportan en el (cuadro 5), mostrando diferencia estadística entre cortes y especies de leguminosas evaluadas ($P < 0.05$)

alcanzando una producción media de 416 a los 45 días hasta 728 g/planta en el corte a los 75 días, mientras que la comparación de medias de la producción de biomasa seca de tallos entre especies, se encontró que la

leguminosa *Cratylia* fue la que produjo mayor cantidad en los cinco cortes realizados y también fue la más productiva de las tres con 728 g de tallos secos/planta, mientras que Varalcalde fue la leguminosa con menor producción media (459g de tallos secos/planta).

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo realizado bajo las condiciones de estiaje de la Costa de Jalisco se puede concluir que la caracterización

agronómica de tres leguminosas tropicales indicó que representan un potencial para su empleo en la alimentación animal, ya que en condiciones de sequía obtuvieron un considerable número de brotes y produjeron mínimo 2 ton de biomasa seca con excelente valor forrajero.

Cratylia argentea es una leguminosa introducida que según los valores obtenidos en este trabajo se ha adaptado bien a las condiciones edafoclimáticas del sub trópico de México.

Cuadro 5. Producción de biomasa secade tallos de tres leguminosas arbustivas en 5 edades de corte. Época de mínima precipitación (2013). Sitio Experimental Costa de Jalisco.

| | | Edad de la planta al momento del corte | | | | | |
|------------|------|--|-----|-----|-----|-----|-------|
| Leguminosa | Días | 15 | 30 | 45 | 60 | 75 | Media |
| Leucaena | | 319 | 799 | 361 | 546 | 245 | 577 |
| Varalcalde | | 342 | 244 | 268 | 552 | 888 | 459 |
| Cratylia | | 557 | 647 | 618 | 826 | 978 | 725 |
| Media | | 445 | 620 | 416 | 726 | 728 | |

LITERATURA CITADA

Lascano C. E. y P Ávila. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Pasturas Tropicales Vol. 13(3) pp. 2-10.

Lugo S. M., Emerson V., Betancourt M., González I., Orozco A. 2009. Efecto de la altura y edad de corte en la producción de materia seca y proteína bruta de *Cratylia Argentea* (desvaux) o. kuntze bajo condiciones del piedemonte barines Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) Barinas, Venezuela. pp 5-7.

Mejía A M A. 2011. Caracterización de especies forrajeras nativas (gramíneas-

leguminosas), de mayor consumo en ganadería de cría en la sabana inundable de la región del Casanare. Tesis, Universidad de los Llanos, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Villavicencio, Colombia pp. 18-20.

Ruiz, C. J. A., A. I. J. González, R. J. R. Regalado, C. J. Anguiano, V. I. Vizcaíno y E. D. R. González (2003). Recursos edafo-climáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Jalisco. INIFAP. Libro técnico n° 2. 172p.

(SAS) Statistical Analysis System 1999. User´s Guide: Statistics, versión 8.0. Ed. SAS Institute, Inc., Cary N.C. En CD-ROM.

AMBIENTES Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE ECOTIPOS DEL GÉNERO *Macroptilium atropurpureum*, DEL SUR DE MÉXICO

ENVIRONMENTS AND AGRICULTURAL CHARACTERISTIC OF ECOTYPES OF *Macroptilium atropurpureum* GENDER, IN SOUTH OF MEXICO

Régulo Jiménez Guillén^{1*}, Humberto Guadarrama Serrano², Humberto Hernández Hernández²,
Silvino Carrillo Pita²

¹Campo Experimental Iguala CIR-Pacífico Sur INIFAP, ²Centro de Estudios Profesionales CSAEGRO.

*jimenez.regulo@inifap.gob.mx

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo con germoplasma de *Macroptilium atropurpureum*, comúnmente conocido como Siratro, con el objetivo de caracterizar variaciones agronómicas entre distintos ecotipos localizados en diferentes condiciones ambientales en los Estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas. La caracterización se realizó en el Campo Experimental de Iguala del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el norte del Estado de Guerrero. Como variables se registraron largo y ancho de cada foliolo (izquierdo, medio y derecho); largo y ancho de vainas, peso de 1000 semillas y rendimiento por componentes de biomasa aérea total y de sus componentes: hoja, tallo, inflorescencia y vaina. Se presentaron dos grupos bien diferenciados de acuerdo con el análisis de conglomerados, para el primer grupo se identificaron siete ecotipos y para el segundo seis. Se determinó que las dimensiones de los foliolos como las de las vainas y el número de semillas por vaina en los ecotipos del segundo grupo B son los que más sobresalen y en relación al número de semillas por vaina; el grupo A presenta ecotipos con mayor rendimiento de forraje, pero con menos proporción de hojas a tallos (1.06 en primer grupo vs. 0.56 en segundo grupo). Las condiciones ambientales con mayor temperatura y precipitación, coinciden en primera instancia con el desarrollo de foliolos y vainas de mayores dimensiones, lo cual se proyecta también a rendimientos mayores. Por otra parte, las condiciones donde prevalecen temperaturas más frescas y mayores altitudes concuerdan con los aspectos de desarrollo de semillas comparativamente más pesadas y plantas con mejores proporciones de hojas respecto a tallos.

Palabras clave: *Macroptilium atropurpureum*, genotipos, ambiente, caracterización agronómica.

ABSTRACT

This research was carried out with germoplasm of *Macroptilium atropurpureum*, commonly known as Siratro, with the aim of characterizing agronomic variations between different ecotypes located in different environmental conditions in the states of Guerrero, Oaxaca and Chiapas. The characterization was performed at the Experimental Station of Iguala the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP), in the northern state of Guerrero. The variables throughout each leaflet (left, middle and right); throughout pods, weight of 1,000 seeds and yield component of total aboveground biomass and its components: leaf, stem, inflorescence and pod were registered. Two distinct groups according to the cluster analysis, for the first group brought seven ecotypes were identified and for the second six. It was determined that the dimensions of the leaflets as the pod and number of seeds per pod on ecotypes of the second group B are protruding and more in terms of number of seeds per pod; Group A is presented ecotypes with higher forage yield, but with less leaf to stem ratio (0.56 vs. 1.06 in the first group in the second group). The environmental conditions with higher temperature and precipitation, in the first instance coincide with the development of leaflets and larger pods, which is also projected to higher yields. Moreover, conditions where cooler temperatures and higher altitudes are consistent with the development aspects of comparatively heavier and plants with better proportions of leaves contrasting with stems.

Key words: *Macroptilium atropurpureum*, genotypes, environment, agronomic characterization.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de satisfacer la demanda creciente de proteína animal sea carne o leche, para el consumo humano, nos lleva a ser eficientes en la producción animal. Entre los factores que influyen en esta eficiencia tenemos la nutrición animal. En nuestro medio se ha determinado que la alimentación para la producción bovina más económica es la proveniente de los pastizales, sin embargo esta no es suficiente para llenar los requerimientos productivos ya sea por las limitantes de proteína que aportan, la digestibilidad de los nutrientes, la calidad de los suelos en que se desarrolla el pastizal o la estacionalidad de las lluvias que limitan la oferta forrajera en ciertos periodos del año (Carrero, 2012).

Las leguminosas forrajeras cumplen un papel resaltante ya que además de ser una alternativa como fuente de proteína para la producción animal, aportan beneficio al sustrato tomando el nitrógeno libre y fijándolo al suelo. Entre las características más resaltantes de las leguminosas como fuente alimenticia señalar: 1) son una fuente importante de proteínas de buena calidad, dado que poseen una amplia gama de aminoácidos esenciales que las hacen superiores a las gramíneas tropicales; 2) presentan una concentración de nitrógeno en las hojas, superior al de las gramíneas; 3) sus contenidos de proteína tienden a disminuir más gradualmente que en las gramíneas, en lo referente con la edad de la planta; 4) son plantas ricas en calcio y 5) presentan bajos niveles de fibras, en comparación con las gramíneas tropicales.

El género *Macroptilium* originalmente considerado como una sección de *Phaseolus* fue elevado a rango de género y está representado por 18 especies, las cuales se

encuentran distribuidas en los trópicos y subtropicos (Torres *et al.*, 2010). *Macroptilium atropurpureum* comúnmente conocido como siratro, es una leguminosa perenne reconocida por su crecimiento indeterminado, hojas verdes trifoliadas y flores de color púrpura. Este estudio tuvo como objetivo de elaborar una descripción ambiental y caracterización agronómica para germoplasma de *M. atropurpureum* recolectado en el Sur de México. Se establece que existen variaciones agronómicas entre ecotipos de *M. atropurpureum* recolectado en el Sur de México, debido a las diferentes condiciones ambientales de los sitios donde se recolectaron derivadas del entorno ambiental relativo a su distribución.

MATERIALES Y MÉTODOS

La recolecta de la semilla se realizó en el Sur de México en los Estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas estas recolecciones se realizaron en cinco visitas a estos Estados para obtener las semillas. La caracterización se realizó en el Campo Experimental Iguala del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Está ubicado en el km 2.5 carretera Iguala-Tuxpan de la Región Norte del Estado de Guerrero. Geográficamente se localiza a 18° 20'52.9" latitud Norte, 99° 30'24.3" longitud Oeste y a una altitud de 753 msnm. Las semillas se sembraron en charola, cuando la planta obtuvo las tres hojas verdaderas se pasaron al terreno. La preparación del terreno consistió en barbecho a profundidad aproximada de 30 cm y dos pasos de rastra. Después se trazó el terreno en parcelas de 2.40 m² con separación de una a otra parcela de 1 m. El trasplante fue con una separación entre planta de 60 cm. Para la fertilización se aplicó fósforo, usando como fuente

superfosfato de calcio triple, aproximadamente 3 semanas después del trasplante; posteriormente, se aplicó el fertilizante foliar llamado poliquel multi. Para control de malezas se realizó manualmente, utilizando azadones y garabato, esto se realizó cada que el cultivo lo requería. El cultivo presento una enfermedad en la etapa de floración, que es la roya y virus de mosaico pero se le aplico sulfatron 4 ml por litro de agua y el copravit 0.5 gr por litro de agua, las aplicaciones se realizaron cada 15 días hasta ver mejorías en la planta se suspendió. Los riegos que se realizaron fue por rodado y cuando este no se permitía se realizaba con cubetas proporcionando una uniformidad de agua en cada planta y esto se regaba cada que la planta lo requería.

La parcela experimental estuvo conformada por 25 plantas de cada ecotipo de

Macroptilium, con una distancia entre plantas de 0.6 m. Para el muestreo y medición de variables se tomaban dos plantas al azar del área central de la parcela. Para las mediciones de las variables se presentaron: largo de foliolo izquierdo (cm), ancho de foliolo izquierdo (cm), largo de foliolo medio (cm), ancho de foliolo medio (cm), largo de foliolo derechos (cm), ancho de foliolo derecho (cm), largo de vaina (cm), ancho de vaina (cm), no. semillas por vaina, peso de 1000 semillas (g), rendimiento acumulado (kg), hoja (kg), tallo (kg), inflorescencia (kg), vaina (kg).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para resultados y discusión de acuerdo al dendograma los ecotipos se dividieron en dos grupos A y B en el cual el primer (rojo) grupo presenta siete ecotipos y en el segundo (verde) grupo solo presenta seis los cuales se muestran en la Figura 1.

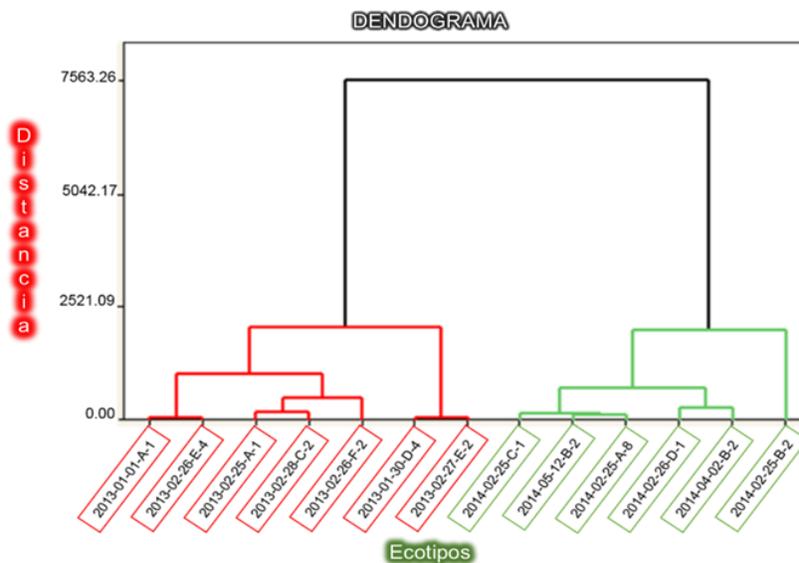


Figura 1. Dendrograma de los ecotipos de acuerdo a los grupos

Con el análisis de conglomerados se aprecia una distintiva homogeneidad, conformándose una base de dos grupos bien diferenciados, con sus respectivos subgrupos. El dendograma correspondiente

se constituye como una representación gráfica que ayuda a interpretar organizadamente el análisis indicado de la manera que se expone a continuación. En el Cuadro 1 se pueden observar los datos

relativos a las medidas promedio de largo y ancho de cada tipo de folíolo, en cada uno de los ecotipos colectados, atendiendo ya la agrupación derivada del análisis de agrupamiento por conglomerados. Para

efectos de descripción e interpretación, se especifica una denominación particular para cada agrupamiento; así, en el Grupo A se aprecian siete ecotipos y en el B seis ecotipos.

Cuadro 1. Medidas promedio de largo y ancho de cada tipo de folíolo, según los ecotipos de *M. atropurpureum* colectados, de acuerdo a la agrupación del análisis de conglomerados.

| Gpo. | Ecotipo | Folíolo izquierdo | | Folíolo medio | | Folíolo derecho | |
|------|-------------------|-------------------|-------------|---------------|-------------|-----------------|-------------|
| | | Largo (cm) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Ancho (cm) | Largo (cm) | Ancho (cm) |
| A | 2013-01-01-A-1 | 5.30 | 3.20 | 6.20 | 3.10 | 5.10 | 3.00 |
| | 2013-02-26-E-4 | 5.50 | 3.30 | 6.20 | 3.80 | 5.10 | 3.10 |
| | 2013-02-25-A-1 | 4.80 | 3.50 | 5.40 | 3.10 | 4.50 | 3.00 |
| | 2013-02-28-C-2 | 5.00 | 3.30 | 4.90 | 3.50 | 5.10 | 3.50 |
| | 2013-02-26-F-2 | 5.30 | 3.60 | 5.50 | 3.50 | 4.90 | 3.50 |
| | 2013-01-30-D-4 | 4.80 | 3.00 | 4.70 | 3.90 | 4.80 | 3.10 |
| | 2013-02-27-E-2 | 4.50 | 3.30 | 5.50 | 4.00 | 5.00 | 3.80 |
| | Media | 5.03 | 3.31 | 5.49 | 3.56 | 4.93 | 3.29 |
| B | 2014-02-25-C-1 | 5.70 | 3.90 | 7.70 | 3.10 | 6.10 | 4.30 |
| | 2014-05-12-B-2 | 8.40 | 5.30 | 9.10 | 4.30 | 8.50 | 5.20 |
| | 2014-02-25-A-8 | 5.10 | 3.50 | 5.70 | 4.20 | 5.20 | 3.70 |
| | 2014-02-26-D-1 | 6.30 | 4.40 | 6.10 | 5.10 | 6.40 | 4.20 |
| | 2014-04-02-B-2 | 6.20 | 4.30 | 6.00 | 4.10 | 5.70 | 4.00 |
| | 2014-02-25-B-2 | 5.20 | 5.30 | 5.40 | 3.50 | 5.40 | 3.60 |
| | Media | 6.15 | 4.45 | 6.67 | 4.05 | 6.22 | 4.17 |
| | Diferencia | 1.12 | 1.14 | 1.18 | 0.49 | 1.29 | 0.88 |

Como se muestra en el cuadro del grupo A, las diferenciadas cantidades de temperatura presenta una igualdad en los ecotipos, mientras que en la precipitación y altitud se presentó unas cantidades muy variadas; se obtuvo un promedio el cual se aprecian en la parte de abajo del cuadro. En el Cuadro 3 del

grupo B al igual que el primero se presentan los tipos de ambientes de cada ecotipo.

En el grupo B se muestra la temperatura y precipitación con una igualdad en las cantidades de los ecotipos, mientras que la altitud hubo una gran diferencia en los ecotipos.

Cuadro 2. Grupo A con los siete ecotipos y presentando los tipos de ambientes que se presentan en los ecotipos de acuerdo al Estado donde se recolectaron.

| Grupo A | Temperatura (°C) | Precipitación (mm) | Altitud (msnm) |
|----------------|------------------|--------------------|----------------|
| 2013-01-01-A-1 | 33.7 | 1045 | 753 |
| 2013-02-26-E-4 | 18 | 950 | 1440 |
| 2013-02-25-A-1 | 19.3 | 666 | 1660 |
| 2013-02-28-C-2 | 26.2 | 1237.5 | 1040 |
| 2013-02-26-F-2 | 16.4 | 847.0 | 860 |
| 2013-01-30-D-4 | 26.2 | 1237.5 | 200 |
| 2013-02-27-E-2 | 25.7 | 1642 | 440 |
| Promedio | 23.6 | 1089.3 | 913.3 |

En comparación del grupo A y el B en la temperatura se presentan más sobresaliente el grupo B con una ligera diferencia; en la precipitación el grupo B volvió a sobresalir con una marcada diferencia el cual puede ser motivo del cambio en las plantas, mientras que en la altitud el grupo A fue mayor en un considerable número que el grupo B. Dentro del área de cobertura de colectas de ecotipos de siratro en los Estados de Guerrero,

Oaxaca y Chiapas, son identificables dos grupos de ecotipos bien diferenciados. En un primer grupo quedan integrados los ecotipos: 2013-01-01-A-1, 2013-02-26-E-4, 2013-02-25-A-1, 2013-02-28-C-2, 2013-02-26-F-2, 2013-01-30-D-4, 2013-02-27-E-2. En un segundo grupo se integran los ecotipos: 2014-02-25-C-1, 2014-05-12-B-2, 2014-02-25-A-8, 2014-02-26-D-1, 2014-04-02-B-2, 2014-02-25-B-2.

Cuadro 3. Tipos de ambientes del grupo B

| Grupo B | Temperatura (°C) | Precipitación (mm) | Altitud (msnm) |
|----------------|------------------|--------------------|----------------|
| 2014-02-25-C-1 | 35 | 1200 | 360 |
| 2014-05-12-B-2 | 21 | 3250 | 780 |
| 2014-02-25-A-8 | 27 | 1600 | 40 |
| 2014-02-26-D-1 | 26 | 1230 | 120 |
| 2014-04-02-B-2 | 27 | 1200 | 145 |
| 2014-02-25-B-2 | 25 | 1200 | 145 |
| promedio | 26.83 | 1613.3 | 265 |

Los rendimientos acumulados son más altos en el segundo grupo, pero marcadamente con menos proporción de hojas a tallos (1.06 en primer grupo vs. 0.56 en segundo grupo), de tal modo que en el primer grupo, con menores rendimientos comparativos pero con más proporción de hojas se esperan mejores niveles de calidad nutricional por unidad de forraje disponible (Chongo *et al.*, 2006; Heuzé *et al.*, 2014).

CONCLUSIONES

Tanto para las dimensiones físicas de folíolos, como para vainas y número de semillas por vaina, los ecotipos del segundo grupo presentan mayores valores. El primer grupo presenta semillas ligeramente más pesadas que las del segundo grupo. Las condiciones ambientales que denotan mayor temperatura, con mayor precipitación, coinciden en primera instancia con el desarrollo de folíolos y vainas de mayores dimensiones, lo cual se proyecta también a

rendimientos mayores y un tanto también sobre número de semillas por vaina. Por otra parte, las condiciones donde prevalecen temperaturas más frescas y mayores altitudes concuerdan con los aspectos de desarrollo de semillas comparativamente más pesadas y plantas con mejores proporciones de hojas respecto a tallos.

LITERATURA CITADA

Carrero, M., J. A. 2012. Importancia de las leguminosas forrajeras. Leguminosas forrajeras.

<https://buenaproduccionanimal.wordpress.com/2012/03/16/importancia-de-las-leguminosas-forrajeras-2/>. (Consulta: Marzo de 2015).

Chongo, B.; Delgado, D.; Ruiz, T.; Ruiz, O. 2006. Fraccionamiento proteico y digestión ruminal de nutrientes de siratro (*Macroptilium atropurpureum*). Revista de Cuba de Ciencia Agrícola, vol. 40, núm. 3, 2006, pp. 315-320. <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193017723009.pdf> (consulta: marzo de 2015).

Heuzé V., Tran G., Lebas F., Hassoun P., 2014. Siratro (*Macroptilium atropurpureum*). Feedipedia.org. Un programa por el INRA, el CIRAD, AFZ y la FAO. <Http://www.feedipedia.org/node/278> (consulta: Mayo de 2014).

Torres-Colín, L.; Fuentes-Soriano, S.; Delgado-Salinas, A. 2010. Estudio palinológico del género *Macroptilium* (Benth) Urb. (Leguminosae) en México y Centroamérica. *Acta botánica mexicana* (91): 51-69.

CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE HOJA DE RECURSOS GENÉTICOS DE *Hymenachne amplexicaulis* (RUDGE) NESS.

FOLIAR ANATOMICAL TRAITS WITHIN GENETIC RESOURCES OF *Hymenachne amplexicaulis* (RUDGE) NESS.

Alfredo Arellano Cueto¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo¹, Hilda Araceli Zavaleta Mancera¹,
Mario Antonio Cobos Peralta¹, Paulino Pérez Navarro¹, Manuel Silva Luna².

¹Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx, ²INIFAP, Campo Experimental La Huerta, Jalisco.

RESUMEN.

La caracterización estructural anatómica de hoja se analizó en 32 ecotipos nativos de Azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness, obtenidos de una colecta de recursos genéticos ensamblada por el Colegio de Postgraduados, establecida en un Campo Experimental de INIFAP en La Huerta, Jalisco, México. Se realizaron cortes transversales para determinar el porcentaje de tejidos componentes de la hoja: floema, mesófilo, aerénquima, vaina del haz, epidermis, células buliformes y tejido lignificado: xilema y esclerénquima. La información se analizó estadísticamente con estadística multivariada y análisis de varianza. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$) entre ecotipos; sin embargo al conformar grupos, si se detectaron diferencias entre grupos ($P<0.05$), con respecto al porcentaje de tejidos componentes de la hoja; por tanto, los análisis de laboratorio tradicionales son suficientemente informativos para identificar materiales sobresalientes en calidad, cuando se comparan a la misma edad de rebrote. Se identificaron tejidos como atributos importantes, mesófilo y aerénquima, para una posible selección genética.

Palabras clave. Caracterización estructural, porcentaje de tejidos, *Hymenachne amplexicaulis*, diversidad genética.

ABSTRACT

Foliar anatomical traits for 32 native to Mexico genotypes of Azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness, were evaluated from a collection assembled for the Colegio de Postgraduados and established at INIFAP, La Huerta, Jalisco. Transversal sectioning was evaluated in order to define leaf composition as percentage: phloem, mesophyll, aerenchyma, vascular sheath, epidermis, bulliform cells, and lignified tissues such as xylem and sclerenchyma. Data was analyzed through multivariate statistics and variance analysis. No differences were found ($P>0.05$) among ecotypes; however, grouping according to morphology showed statistical differences among groups ($P<0.05$) regarding foliar tissues, then traditional laboratory analysis may be well suited to identify outstanding good quality genotypes compared within the same developing rank (regrowth). Important tissue components, valuable for plant selection such as mesophyll and aerenchyma were identified.

Key words: Foliar tissues, leaf morphology, *Hymenachne amplexicaulis*, genetic diversity.

INTRODUCCIÓN.

Las gramíneas nativas (Poaceae) constituyen un recurso genético valioso para el pastoreo y producción de forraje muchas partes del mundo; lo anterior, debido al hecho de que persisten y se desarrollan en condiciones marginales, restrictivas para muchos otros cultivos. Uno de estos pastos es Azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees.,

especie nativa, que permea eficientemente en partes bajas inundables del trópico mexicano, bajo condiciones alternas de inundación/sequía. La mayor parte de información en Azuche, evoca principalmente, su descripción botánica y morfológica; similarmente, no existen reportes sobre su caracterización estructural foliar. Se han investigado diferentes

características estructurales de la anatomía en hojas, para explicar su adaptación a ambientes marginales, ya que éstas son de gran importancia en las plantas para soportar el estrés ambiental y subsistir. Actualmente, se sabe que existe amplia variabilidad intra-específica entre diferentes ecotipos, ya que éstos están localmente adaptados a condiciones regionales específicas en las que se desarrollan (Begon, *et al.*, 2006). Por lo tanto, el objetivo fue describir la composición estructural de la hoja en recursos genéticos de Azuche, en hoja con 28 días de rebrote, definiendo el porcentaje de cada estructura componente de la hoja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental. Las muestras de hoja se obtuvieron de la colecta de recursos genéticos de *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness; la cual, fue ensamblada y evaluada por el Colegio de Postgraduados e INIFAP, establecida en el Campo Experimental “La Huerta” de INIFAP en Jalisco, km 204, de la carretera Guadalajara-Barra de Navidad (19° 31' 15", latitud N y 104° 32' 00" longitud O), a 198 msnm. Clima Aw₁, zona térmica cálida con lluvias en verano; precipitación promedio anual de 1452 mm y 25°C (Ruiz *et al.*, 2003). La medición de las variables de respuesta se realizó en el laboratorio de Histoquímica y Microscopía del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Recolección de hoja. Se seleccionaron ecotipos que presentaron mayor producción de forraje para este estudio; lo anterior, resultó en 32 materiales selectos; posteriormente, se realizó corte de uniformidad para iniciar la recolección de hoja, a la misma edad de rebrote. El material fue recolectado cuando el primer ecotipo alcanzó 95% de interceptación luminosa, en época de lluvias a 28 días de edad del

rebrote, se recolectaron cinco hojas completamente expandidas con lígula expuesta y sin senescencia. Para cada hoja, se realizó corte en la parte central de ésta, depositándose en solución fijadora de Formaldehído, Ácido acético, Alcohol y agua (FAA; 10:5:52:33), para su conservación; esto es: alcohol (al 96%), formaldehído (al 37-40%), fijador que no tiene caducidad. Se colocaron 60 mL de la solución fijadora FAA, en frascos plásticos de 110 mL con tapa hermética, para transportarlos al laboratorio.

Deshidratación de hoja. Antes de iniciar el proceso de deshidratación, el material vegetal fijado en FAA se enjuagó con agua corriente y se colocó en solución de GAA (25% glicerol + 50% etanol + 25% agua), durante 48 horas. Se realizó corte transversal de 1 cm de cada muestra, tomando la nervadura central de hoja y solo una parte lateral de la misma. La muestra se colocó en cassettes plásticos, los cuales, se colocaron en cambiador automático de tejidos (Fisher Tissuematon) para deshidratación, mediante imbibición en soluciones de etanol y xileno (v/v): 50%, 70%, 96% y 100% de etanol, (dos cambios de cada concentración), etanol-xileno (50%-50%), xileno 100% (tres cambios) por un periodo de cuatro horas por cambio y, finalmente, se colocaron en parafina fundida (dos cambios), durante seis horas por cambio.

Inclusión y cortes de parafina. Los tejidos foliares se colocaron en bandejas con parafina fundida, orientando el plano del espécimen; en este caso, transversalmente. Se realizaron cortes con micrótopo de rotación (American Optical, Spencer 820), de 15 µm de grosor; los cuales, se montaron en portaobjetos con adhesivo alumbre-cromo (CrK(SO₄)₂.12H₂O) y colocados en platina, a 45 °C, durante tres minutos.

Tinción. Las muestras se mantuvieron 24 horas a 45 °C para eliminar exceso de parafina, ayudado por soluciones de xileno 100% (tres cambios), alcohol 100% (dos cambios) y alcohol 85%, 70% y 50%, tres minutos por cambio. Las muestras se incluyeron en O-safranina durante 12 horas y teñidas con verde fijo. Para identificar lignina en hoja se utilizó fluoroglucinol (2%, en etanol) y HCl (50%).

Medición de tejidos. Las muestras se observaron en microscopio Leica óptico (10x), se tomaron imágenes de la parte central, lateral y marginal de la hoja (Sony, cuatro megapíxeles con dimensiones 2272x1704) y se calculó la proporción de tejido componente por ecotipo: Floema, Mesófilo, Aerénquima, Vaina del haz y extensión, Células buliformes, Epidermis y, como tejido lignificado, se tomó: Xilema y Esclerénquima. Las mediciones se realizaron en μm^2 transformándose a porcentaje. Para medir el área en tejidos de interés, se utilizó Image Tools, para Windows (versión 3.00, UT Health Science Center, San Antonio, TX. USA) y, para segmentación de imágenes en tejidos constituyentes, GIMP 2.8.8 (GNU, 2010).

Análisis estadístico. Tres hojas por genotipo fueron analizadas, primero se realizó agrupamiento de genotipos con atributos similares; posteriormente, ANOVA para cada variable medida (SAS, 2004) y Tukey (0.05) para comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Azuque *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees es una gramínea perenne, estolonífera, con tallos que se dispersan sobre el suelo húmedo o flotan sobre la superficie del agua, a partir de los cuales se producen raíces. Puede formar densas colonias en tierras que se inundan y a lo largo de los bancos de los ríos en zonas tropicales y

subtropicales de América (Csurhes *et al.* 1999). Presenta características estructurales mesomórfica típicas; fisiológicamente, se comporta como una especie C₃. Entre los ecotipos analizados no se encontraron diferencias ($P>0.05$) en relación al arreglo estructural de las hojas. La epidermis, en su cara adaxial, está formada por solo un grupo de células monoestratificadas, cortas y redondas; la cara abaxial, de igual manera, presenta solo un grupo de células uniestratificadas, cortas, redondas y con algunas ondulaciones. Por su parte y con mayor tamaño respecto a las células adaxiales, se encuentran las células buliformes (Fig. 1) en grupos de seis a ocho; las cuales, son células epidérmicas agrandadas con paredes anticlinales delgadas, que participan en movimientos de plegamiento e involución de las hojas, éstas se encuentran en toda la hoja a partir del segundo haz vascular de tercer orden y están ausentes en el central (Fig. 2), ambas caras de la epidermis contactan al esclerénquima, grupos de fibras, en los haces vasculares. En gramíneas no hay diferenciación precisa entre parénquima en empalizada y esponjoso, tal es el caso del mesófilo en Azuque; el cual, no se diferencia de la estructura celular (Fig. 1). Como Azuque se desarrolla en tierras bajas inundables, requiere subsistir ante la falta de O₂, como resultado de la muy baja difusión de éste en el agua; lo cual, logra mediante el desarrollo de aerénquima (Colmer y Voesenek, 2009).

Los haces vasculares de esta especie se consideraron de 1^{er}, 2^{do} y 3^{er} orden (Fig. 1; Fig. 2); en la parte, muestra haces vasculares de 3^{er} orden y éstos presentan extensión de la vaina del haz, al igual que el haz vascular de 1^{er} orden. En algunos ecotipos con lámina ancha, se aprecian haces vasculares de 2^{do} orden con extensión de la vaina. El número de haces vasculares varía de acuerdo al tamaño de hoja, se encontró una relación

de tres haces vasculares de 3^{er} orden después del haz vascular de 1^{er} orden, seguido por un haz vascular de 2^{do} orden. Algunos ecotipos presentaron hasta seis haces vasculares de 3^{er} orden entre los haces vasculares de 2^{do} orden. Los haces vasculares presentan arreglo colateral, con floema en dirección adaxial, xilema en dirección abaxial, con protoxilema y metaxilema conspicuos (Fig.

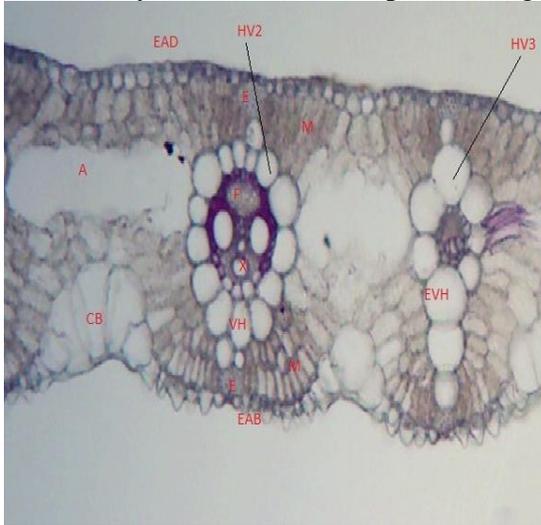


Figura 1. Corte transversal de *Hymenachne amplexicaulis* parte media de la hoja.

(A) aerénquima, (CB) células buliformes, (EAD) epidermis adaxial, (EAB) epidermis abaxial, (E) esclerénquima, (F) floema, (X) xilema, (VH) vaina del haz vascular, (EVH) extensión de la vaina del haz, (HV1) haz vascular de 1er orden, (HV2) haz vascular de 2do orden, (HV3) haz vascular de 3er orden, (M) mesófilo.

1); la vaina del haz vascular ha sido sometida a estudios debido a sus funciones esenciales: fotosíntesis e intercambio de sustancias entre el mesófilo y otros tejidos del sistema vascular (Zheng *et al.*, 2002) y su importancia sobre la adhesión de microorganismos del rumeno y/o sus enzimas al tejido digestible.

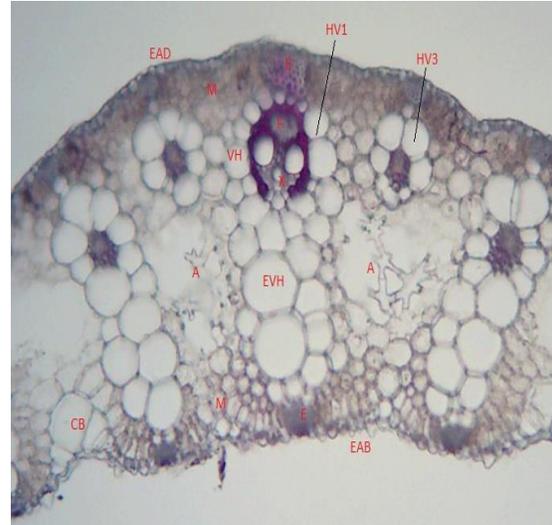


Figura 2. Corte transversal de *Hymenachne amplexicaulis* parte central de la hoja

No se observaron diferencias ($P > 0.05$) entre áreas; por tanto, se procedió a realizar un clustering que generó un dendrograma (Fig. 3), agrupando en base al porcentaje similar de tejidos. Se obtuvieron tres grupos y se realizó análisis univariado por tejido, encontrado diferencias significativas en tres: floema, mesófilo y aerénquima ($P < 0.05$; Cuadro 1). El mesófilo y aerénquima son tejidos de mayor proporción en Azuche: 36% y 20% (± 9), respectivamente, el grupo tres es el que presenta diferencias estadísticamente ($P > 0.05$), respecto al grupo uno para estos dos tejidos. El porcentaje de lignina fue de 4.7% (± 1), indicando que esta especie es altamente digestible. El ecotipo 15 presentó los porcentajes mayores de tejido respecto al resto de los ecotipos analizados,

pertenece al grupo tres, con 58% de tejido altamente digestible (Floema, mesófilo y aerénquima) y 4.6% de tejido no digestible (tejido lignificado), estos atributos se pueden usar para una selección genética. En otros géneros no se ha reportado variabilidad foliar intra-específica; Bernal (2015), en *Bouteloua curtipendula*, encontró variabilidad anatómica en la proporción de tejidos, pero no como indicador para seleccionar un ecotipo en específico. Pérez y Cambi (2010), analizaron Chloridoideae y señalan diferencias relevantes en epidermis: costillas adaxiales y células buliformes, siendo de interés taxonómico a nivel de especie, como lo menciona Ellis (1976), que presenta una cantidad moderada de tejidos lignificados, lo que podría afectar su

digestibilidad. El tamaño de tejido en la estructura anatómica es producto de las interacciones entre el genotipo x ambiente, con la finalidad de mejor adaptabilidad de las especies (Bernal, 2015), tal es el caso de *Hymenachne amplexicaulis*, que soporta ciclos alternos de inundación/sequía; esta especie incrementa su longitud, mediante elongación de peciolos/hojas, aumentando su superficie foliar por encima del agua, lo que permite a las plantas mantener un nivel de fotosíntesis aérea y facilitar la captura de O₂ foliar.

CONCLUSIONES

Las características foliares descritas de la anatomía estructural de *Hymenachne amplexicaulis* son homogéneas, por lo cual no es una ruta factible para llevar a cabo la selección genética en esta especie, pero se identificaron atributos importantes que ayudan al desarrollo, proliferación y su posible aprovechamiento como una especie de interés forrajero, como es el aerénquima y el mesófilo.

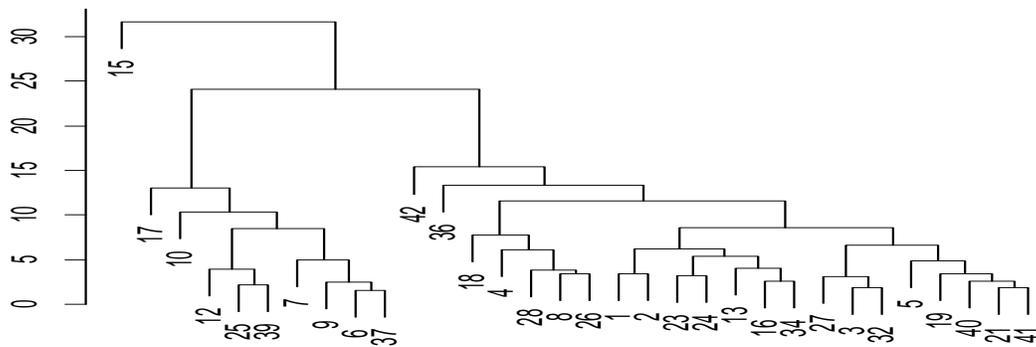


Figura 3. Agrupación de ecotipos en características similares de acuerdo al porcentaje de tejido.

Cuadro 1. Comparación de medias de cada tejido (%) entre grupos.

| GPO comparación | Tejido lignificado | Floema | Mesófilo | Aerénquima | Vaina del haz | C. Buliformes | Epidermis |
|-----------------|--------------------|---------|----------|------------|---------------|---------------|-----------|
| 3-2 | 1.64 | 0.21 * | 8.78 | 9.06 | 6.40 | 2.83 | 6.32 |
| 3-1 | 2.09 | 0.23 * | 8.03 * | 7.76 * | 7.26 | 3.26 | 7.44 |
| 2-3 | 1.34 | -0.01 * | 6.47 | 5.88 | 4.10 | 1.06 | 3.24 |
| 2-1 | 0.98 | 0.06 | 11.79 | 10.61 | 2.98 | 1.12 | 2.83 |
| 1-3 | 0.98 | -0.03 * | -2.12* | -2.15 * | 2.92 | 0.74 | 2.41 |
| 1-2 | 0.17 | 0.01 | 3.93 | 3.87 | 0.95 | 0.38 | 0.87 |

Tukey P < 0.05, * Grupos estadísticamente diferentes.

LITERATURA CITADA

Bernal, F. A. 2015. Anatomía, deposición de lignina y cultivo de tejidos en ecotipos de *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. 113 p.

Colmer T. D.; L. A. C. J. Voesenek. 2009. Flooding tolerance: suites of plant traits in variable environments. *Functional Plant Biology* 36: 665–681.

Csurhes S.; A. P. Mackey; L. Fitzsimmons. 1999. *Hymenachne* (*Hymenachne amplexicaulis*) in Queensland, Pest

status review series, Land Protection
Dept. Nat. Res, Brisbane, AU.

Ellis, R.P. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf blade as viewed in transverse section. *Bothalia* 12: 65-109.

Pérez, C. V; V. Cambi. 2010. Anatomía vegetativa comparativa entre Chloridoideae (Poaceae) halófilas de importancia forrajera. *Phyton*: 79: 69-76.

Ruiz C. J. A.; A. I. J. González; R. J. R. Regalado; C. J. Anguiano; V. I. Vizcaíno; E. D. R. González. 2003. Recursos edafo-climáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Jalisco. INIFAP. Libro técnico n° 2. 172p.

SAS. 2004. Institute Inc. SAS/STAT® 9.1. User's Guide Cary, NC: SAS Institute Inc. Cary, N.C., USA.

Zheng W. J.; G. C. Chen; C. L. Zhang; Y. X. Hu; L.H. Li; J. X. Lin. 2002. Physiological adaptation of habitat by ion distribution in the leaves of four ecotypes of reed (*Phragmites australis*). *Acta Bot. Sin.* 44, 82-87.

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD EN UN MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO REHABILITADO AL SUR DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE

ANALYSIS OF DIVERSITY IN A DESERT SHRUB REHABILITATED TO THE SOUTH OF THE CHIHUAHUAN DESERT

Eduardo de Jesús Ruiz Fernández¹, *Daniel Rodríguez Tenorio¹, Ramón Gutiérrez Luna² Héctor Gutiérrez Bañuelos¹.

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAZ. Carretera Zacatecas – Fresnillo, Km. 32.6. Enrique Estrada, Zacatecas, México. C. P. 98500. ²Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP. Km. 24.5 Carr. Zacatecas-Fresnillo. Apdo. Postal 98500. Calera de V.R., Zacatecas. *rtenorio00@hotmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo, se muestran los resultados de una evaluación de un área de revegetación en un Matorral Desértico Micrófilo, al Sur de la provincia biótica del Desierto Chihuahuense, para conocer la estructura y composición que guarda la comunidad arbustiva, evaluando, con el objetivo de cuantificar los cambios de la comunidad a 10 años de haber sido revegetada con Costilla de Vaca (*Atriplex canescens*), sobre un gradiente de suelo (somero y profundo), evaluando las variables 1.- Diversidad de especies (DE); 2.- Valor de importancia de las especies (IVI) (que agrupa Abundancia relativa (*Ar*), Dominancia relativa (*Dr*) y Frecuencia relativa (*Fr*). La práctica se aplicó sobre franjas de aclareo con curvas a nivel. A su vez se aplicó bloques completos al azar con 5 repeticiones utilizando transectos de 50m². A través del análisis de resultados, se determinó que existe una disminución en la diversidad de especies (Índice de Shannon) de 20.44% en suelo somero y de 12.21% en suelo profundo respecto a sus testigos. Para Valor de importancia, destacan en suelo somero *P. incanum* y *A. canescens* con 99.23 y 45.57 respectivamente y, en suelo profundo *P. incanum* y *A. constricta* con 98.53 y 46.21 respectivamente. A su vez se observó diferencia significativa ($P \leq .05$) para tipo de suelo y dentro de las especies representativas para *P. incanum* respecto al resto de la comunidad. Finalmente, es pertinente concluir que *A. canescens* muestra un Valor de Importancia interesante, lo cual determina la viabilidad de su aplicación para ecosistemas con características similares.

Palabras clave: Monitoreo, revegetación, diversidad, ecosistema, arbustivas.

ABSTRACT

In this paper, shows the results of an evaluation of a revegetation area are displayed in a desert shrub, in south of the biotic province of the Chihuahuan Desert, to know the structure and composition keeps the shrub community, evaluating, aiming to quantify the changes in the community to 10 years have been replanted with Costilla de Vaca (*Atriplex canescens*) on a gradient of soil (shallow and deep), evaluating the variables 1. Diversity Species (DE); 2. Value of important species (IVI) (grouping relative abundance (*Ar*) on Dominance (*Dr*) and relative frequency (*Fr*), and the practice was applied to strips of thinning with contour lines. In once complete randomized block with 5 replications using transects 50 m² applied. Through the analysis of results, it was determined that there is a decline in species diversity (Shannon index) of 20.44% in shallow soil and 12.21% in soil deep respect to witnesses. For value of importance highlighted in shallow soil *incanum P.* and *A. canescens* with 99.23 and 45.57 respectively and in deep soil *incanum P.* and *A. constricta* with 98.53 and 46.21 respectively. In turn we observed significant difference ($P \leq 0.05$) to soil type and within *incanum P.* representative species for the rest of the community. Finally, it is pertinent to conclude that *A. canescens* shows an interesting Importance value, which determines the viability its application for ecosystems with similar characteristics.

Key words: Monitoring, revegetation, diversity, ecosystem, shrubs.

INTRODUCCIÓN

La expansión de la población humana ha perturbado los ambientes nativos, poniendo en riesgo la diversidad biológica debido a las crecientes áreas disturbadas, trayendo consigo un aumento en la presión sobre los recursos naturales (Gutiérrez, 2008). Actualmente, la conservación de la diversidad biológica ha llegado a ser una de las metas de manejo de ecosistemas en un sentido ecológicamente sostenible (De Groot, 1994; Lindenmayer, 2000), A su vez, las arbustivas eran consideradas como plantas competidoras para los programas de reforestación y resiembras, cuando en realidad éstas constituyen especies facilitadoras para el establecimiento de resiembras en ambientes diversos (Castro, *et. al.* 2004). En la presente investigación, se llevó a cabo la comparación de un área a través del muestreo por parcelas, en un ecosistema de matorral desértico micrófilo en la parte sur del Desierto Chihuahuense, en el cual se aplicó la técnica de revegetación con la arbustiva costilla de vaca (*Atriplex canescens*), teniendo como antecedente que en el matorral desértico se han realizado múltiples estudios científicos con relación a las especies arbustivas, estudios acerca del análisis y medición de biomasa (Heiseke y Foroughcakhch, 1985, Reyes 1989) daños por factores meteorológicos, relaciones entre la vegetación y factores físicos (Jurado, 1986), composición y estructura (Molina *et. al.* 2013); estudios de especies leñosas bajo diferente manejo (Pequeño *et. al.* 2012; Jiménez *et al.*, 2013). Por su parte, Mora *et al.* (2013) llevaron a cabo una investigación para determinar el efecto de la ganadería sobre el matorral natural, determinando finalmente que el efecto del pastoreo de ganado estimula una baja similitud entre las especies del área estudiada a comparación del ecosistema testigo. Por lo que los objetivos del trabajo son: Evaluar la

viabilidad de la práctica aplicada en la comunidad vegetal, a 10 años de haber sido restaurada e Identificar los cambios en la comunidad originados por el impacto causado por la práctica de revegetación así como determinar la viabilidad de la arbustiva *A. canescens* para su implementación en ecosistemas con características similares.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización general del área de estudio:

El presente trabajo se desarrolló en el Rancho Experimental “El Halcón” ubicado en la parte Noreste del estado de Zacatecas (México), en el municipio de Villa de Coss. Las coordenadas geográficas de ubicación son 23° 27’ 36” L N y 102° 10’ 14” L O, y se encuentra a una altitud de 1975 msnm (Google Earth, 2011). En la provincia biótica del Desierto Chihuahuense. El ecosistema en cuestión se caracterizó por ser un área sobre pastoreada debido al manejo a que ha sido sometido a lo largo de las últimas décadas, mostrando una alta presencia de especies arbustivas y en menor grado de herbáceas de crecimiento perenne. La vegetación que se encuentra presente es del tipo “Matorral Desértico Micrófilo”, coexistiendo las especies *A. canescens*, *Parthenium incanum*, *Acacia constricta.*, *Larrea tridentata*, *Lycium berlandieri*, *Salvia ballotaeflora*, entre otras. De acuerdo a la clasificación de Koeppen (1962), el clima de la región se define como tipo BW con una temperatura media anual de 17.5°C.

La precipitación anual asciende en base a la lectura de la última década (2000 - 2010) a 357.8 mm en promedio (CNA, 2000). El suelo es del tipo litosol, muestra una capa arable poco profunda franco arenosa, una vez que se sobrepasa el horizonte “A”, se encuentra la roca madre, el cual muestra una pendiente que fluctúa de 0.5 a 0.75 por ciento.

Tecnología aplicada: Las plántulas de *A. canescens*, fueron establecidas bajo estructuras para la cosecha de agua (curvas a nivel) con distancias entre plantas de 1.5m, siendo establecidas en franjas de 15 m de amplitud en una superficie de 22 ha. La información proveniente de las parcelas se utilizó para determinar la valoración cuantitativa de las áreas, y la distribución vertical de las especies arbustivas.

Variables de estudio:

V1.- Diversidad de especies: Para determinar la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon.

V2.- Valor de importancia de las especies: El valor de importancia de las especies (VI), ó Peso específico (PE) toma en cuenta la Frecuencia relativa (*Fr*), Abundancia relativa (*Ar*) y la Dominancia relativa (*Dr*) de las especies presentes en el rodal (Magurran, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con el Índice de Shannon para ambas comunidades con suelo somero (tabla 1), se registró que la diversidad de especies es más alta para las poblaciones presentes en el ecosistema testigo (1.355), a comparación del ecosistema de restaurado (1.078) con un diferencial de 21.45%. Para las comunidades con suelo profundo (tablas 1), se determinó que la diversidad es más alta para el testigo (1.015), a comparación de la restauración (0.891) con un diferencial de 13.22%. Individualmente, para el caso del sitio restaurado en suelo somero se tiene que la especie más sobresaliente resultó ser *P. incanum* (0.236), seguida por *A. canescens* (0.198). Para el caso de la comunidad restaurada en suelo profundo, sobresalió *P. incanum* (0.190), seguida por *A. constricta* (0.153).

Tabla 1. Diversidad de especies en la comunidad revegetada en suelo somero (Índice de Shannon)

| No. | Especie | Suelo somero | | Suelo profundo | |
|-----|-------------------------|--------------|---------|----------------|---------|
| | | Area tratada | Testigo | Area tratada | Testigo |
| 1 | <i>P. incanum</i> | -0.236 | -0.314 | -0.190 | -0.237 |
| 2 | <i>L. tridentata</i> | -0.134 | -0.213 | -0.133 | -0.201 |
| 3 | <i>S. ballotaeflora</i> | -0.094 | -0.190 | -0.069 | -0.134 |
| 4 | <i>A. constricta</i> | -0.148 | -0.189 | -0.153 | -0.168 |
| 5 | <i>L. berlandieri</i> | -0.144 | -0.253 | -0.106 | -0.212 |
| 6 | <i>J. dioica</i> | -0.124 | -0.168 | -0.089 | -0.046 |
| 7 | <i>A. canescens</i> | -0.198 | -0.028 | -0.151 | -0.016 |
| | | 1.078 | 1.355 | 0.891 | 1.015 |

Valor de Importancia de las especies:

Los indicadores relacionados con el valor de importancia de las especies (IVI) (tabla 2) en el ecosistema restaurado en suelo somero, se tiene que *P. incanum* presenta los valores más altos (99.23), seguida de *A. canescens* (45.57) En suelo profundo (tabla 2), se tiene

qué *P. incanum*, es la que presenta mayor peso ecológico (105.83), seguida por *A. constricta* (46.21). Para el caso del testigo en ambos suelos, *P. incanum* presentó el mayor peso ecológico (98.94), seguida por *L. tridentata* (52.04), el resto de las especies mostraron valores menores.

Tabla 2. Valor de importancia (IVI) para las especies representativas del ecosistema en suelo somero

| No. | Especie | Suelo somero | | Suelo profundo | |
|-----|-------------------------|--------------|---------|----------------|---------|
| | | Area tratada | Testigo | Area tratada | Testigo |
| 1 | <i>P. incanum</i> | 99.23 | 98.94 | 105.83 | 98.53 |
| 2 | <i>L. tridentata</i> | 41.08 | 50.89 | 44.32 | 52.04 |
| 3 | <i>S. ballotaeflora</i> | 21.80 | 23.25 | 19.84 | 23.17 |
| 4 | <i>A. constricta</i> | 39.51 | 47.96 | 46.21 | 47.72 |
| 5 | <i>L. berlandieri</i> | 36.89 | 44.28 | 34.68 | 40.67 |
| 6 | <i>J. dioica</i> | 15.92 | 8.77 | 10.58 | 10.26 |
| 7 | <i>A. canescens</i> | 45.57 | 25.91 | 38.54 | 27.62 |
| | | 300 | 300 | 300 | 300 |

Para el caso de la comparación entre comunidades estudiadas, se tiene que existió diferencia significativa ($P \leq .05$) entre tipo de suelo, como una respuesta a la disponibilidad de nutrientes, resultados que coinciden con los obtenidos por Alanis *et. al.* (2008) quienes observaron diferencias significativas al comparar áreas de matorral espinoso con diferente historial de manejo. En relación con la Diversidad de especies, se obtuvo que los valores para el área revegetada resultaron ser ligeramente menores a comparación de sus testigos para ambos tipos de suelo, sin embargo para el caso de *A. canescens*, se tiene que es la especie mayormente favorecida, con un diferencial de 707% y 943% para área tratada en suelo somero y profundo respectivamente. Para la variable de Valor de Importancia de las especies (IVI), se determinó que *A. canescens* resultó ser la especie más favorecida, seguida por *P. incanum*, en relación con el resto de las especies, éstas observaron un ligero descenso con la aplicación del tratamiento.

CONCLUSIONES

Se concluye que a 10 años de haber sido aplicada la técnica de rehabilitación en el ecosistema de estudio, no se observó un efecto adverso sobre la comunidad ecológica y en otro sentido, la revegetación con

Costilla de Vaca se presenta como una técnica viable para promover la producción forrajera en ecosistemas con características similares sin poner en riesgo la diversidad de los mismos.

LITERATURA CITADA

- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J. A., Gómez, J. M. and Gómez-Aparicio, L. (2004). Benefits of Using Shrubs as Nurse Plants for Reforestation in Mediterranean ountains: A 4-Year Study. *Restoration Ecology*, 12: 352–358. doi: 10.1111/j.1061-2971.2004.0316.
- CNA. 2000. Reporte de la estación climatológica Villa de Coss, Zac. Comisión Nacional del Agua, Guadalupe, Zacatecas, México.
- De Groot, R. 1994. Fuctions of nature evaluation of nature in enviromental planing, Management and decision making. *Restoration Ecology*. Vol. 7, No. 1. pp. 42-50.
- Gutiérrez, G. M. 2008. Impacto antropogénico en la región prioritaria para la conservación “El Tokio”, en el Altiplano Mexicano. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L. Linares, Nuevo León, México. P. 12.

- Heiseke, D., Foroughbakhch, R. 1985. El matorral como recurso forestal. Reporte Científico No. 1, Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N. L. México. 31 pp.
- Jurado Y., E. 1986. Asociación entre especies, factores edáficos, topográficos y perturbación en la vegetación remanente del terreno universitario U. A. N. L.- Linares, N. L. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste. Tampico, Tamaulipas, México. 93 pp.
- Molina-Guerra, V.M., Pando-Moreno, M., Alanís-Rodríguez, E., Canizales-Velázquez, P.A., González-Rodríguez, H., Jiménez-Pérez, J. 2013. Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 4(2):361-371.
- Mora, C.A., Jiménez, J., Alanís, E., Rubio, E.A., Yerena, J.I., González, M.A. 2013. Efecto de la ganadería en la composición y diversidad arbórea y arbustiva del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 17(4):124-137.
- Pequeño, L. M. A., Alanís, R. E., Jiménez, P. J., González, T. M. A., Yerena, Y. J. I., Cuellar, R. G., Mora, O., A. Análisis de la restauración pasiva post – pecuaria en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Linares, Nuevo León, México.
- Reyes, J. 2011. La relación competencia-densidad y su efecto en el crecimiento de los bosques del Estado de Durango, México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Forestales, U. A. N. L., Linares, N. L. México. pp.

COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y PRODUCTIVO DE OCHO CULTIVARES DE *Cynodon dactylon* (L.) Pers. EN CLIMA Aw2

AGRONOMIC AND PRODUCTIVE PERFORMANCE OF EIGHT CULTIVARS OF *Cynodon dactylon* (L.) Pers. IN Aw2 CLIMATE

José Francisco Villanueva Avalos^{1*} y J. Vidal Rubio Ceja¹

¹INIFAP-Campo Experimental Santiago Ixcuintla. A.P. 100. Santiago Ixcuintla, Nay. 63300, México.

*villanueva.francisco@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico y productividad de ocho cultivares (**Cu**) de *C. dactylon* (L.) Pers. se realizó el presente estudio en clima Aw2, en Nayarit, México. Los **Cu** evaluados fueron: 'Tifton 68' (**T₆₈**), 'Brazos' (**Br**), 'Tifton 44' (**T₄₄**), 'Bermuda de la Costa' (**BC**), 'NK-37' (**NK₃₇**), 'Tifton 78' (**T₇₈**), 'Tifton 85' (**T₈₅**) y como testigo el 'Cruza I' (**C_I**). Las variables evaluadas fueron: establecimiento, y cobertura aérea (**CA**), basal (**CB**), altura (**Al**), tamaño de guía (**TG**), producción de forraje (**PF**), tasa de crecimiento (**TC**) y relación hoja:tallo (**H:T**) durante los dos años subsecuentes. Se utilizó un ANDEVA mediante un DCA con tres repeticiones y pruebas de DMS. Los **Cu** evaluados mostraron un óptimo ($P < 0.05$) establecimiento a los seis meses de la siembra. **PF** fue ($P < 0.01$), sobresaliendo **T₈₅** y **T₇₈** con 40.1 y 38.3 t MS ha⁻¹ año⁻¹, donde la **PF** por corte fue superior a 5.1 t MS ha⁻¹ y una **TC** ($P < 0.01$) que osciló de 97.0 a 108.5 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. El contenido de hoja sobresalió ($P < 0.01$) en **T₆₈**, **T₈₅**, **T₄₄** y **T₇₈** con más de 64%, mientras que el contenido de tallo fue mayor ($P < 0.01$) en **C_I**, **NK₃₇**, **Br** y **BC** el cual fluctuó de 36 a 40%. En conclusión, los **CuT₈₅**, **T₇₈**, **T₆₈**, **T₄₄** y **NK₃₇** presentaron características sobresalientes de adaptación, productividad y persistencia suficientes para contribuir al mejoramiento de los índices productivos de los sistemas de producción ganadera en México.

Palabras clave: *Cynodon*, cultivares, bermuda, establecimiento, productividad.

ABSTRACT

With the aim of evaluating agronomic and productive performance of eight cultivars (**Cu**) of *C. dactylon* (L.) Pers. the present study was conducted in Aw2 climate in Nayarit, Mexico. **Cu** evaluated were: 'Tifton 68' (**T₆₈**), 'Brazos' (**Br**), 'Tifton 44' (**T₄₄**), 'Coast Bermuda' (**BC**), 'NK-37' (**NK₃₇**), 'Tifton 78' (**T₇₈**), 'Tifton 85' (**T₈₅**), and as a control 'Cross I' (**C_I**). The variables evaluated were: establishment, and air cover (**CA**), basal cover (**CB**), height (**to the**), size guide (**TG**), (**PF**) forage production, growth rate (**TC**), and leaf: stem ratio (H:T) during two subsequent years. We used an ANOVA using a CRD with three replications and DMS tests. Evaluated **Cu** showed an optimal ($P < 0.05$) establishment six months after sowing. **PF** was ($P < 0.01$), protruding **T₈₅** and **T₇₈** with 40.1 and 38.3 t DM ha⁻¹ year⁻¹, where the **PF** by defoliation was higher than 5.1 t DM ha⁻¹ and **TC** ($P < 0.01$) that ranged from 97.0 to 108.5 kg DM ha⁻¹ day⁻¹. Leaf content stood out ($P < 0.01$) in **T₆₈**, **T₈₅**, **T₄₄**, and **T₇₈** with more than 64%, stem content was higher ($P < 0.01$) **C_I**, **NK₃₇**, **Br**, and **BC**, which ranged from 36 to 40%. In conclusion, the **CuT₈₅**, **T₇₈**, **T₆₈**, **T₄₄**, and **NK₃₇** shown characteristics of adaptation, productivity, and persistence sufficient to improve productive indices of animal production systems in Mexico.

Key words: *Cynodon*, cultivars, bermuda, establishment, productivity.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales nativos y praderas cultivadas del trópico constituyen un recurso natural para la producción de carne y leche en pastoreo. En estas regiones, la ganadería se desarrolla bajo

condiciones extensivas de pastoreo en gramíneas nativas o mejoradas a base de gramíneas introducidas de África, logrando así una producción a bajo costo. Dentro de éstas, sobresalen por su utilización los géneros

Megathyrsus, *Hyparrhenia*, *Cenchrus* y a últimas fechas algunas especies de *Cynodon*, *Andropogon*, *Pennisetum* y *Brachiaria* entre otras (Villanueva – Avalos, 2015). La selección de especies forrajeras tropicales con características sobresalientes de adaptación, productividad, calidad, persistencia y de fácil establecimiento, ha resultado en una ganadería tropical más productiva (Pulido, *et al.* 1993; Sosa *et al.*, 1997). En este caso, los diferentes ecotipos de *C. dactylon*, comúnmente conocidos como "Bermudas" han sobresalido en los sistemas de producción por su productividad, persistencia, calidad de heno y palatabilidad (Hill, *et al.* 2001). En México, el comportamiento agronómico y adaptación de cultivares de *C. dactylon* ha sido evaluado con éxito en Tamaulipas. Por ejemplo, bajo condiciones de riego en clima subtropical, Aguirre (1996) observó que los cultivares 'Brazos', 'Cruza I', 'Tifton 68', 'Bermuda de la Costa' y 'Tifton 44' se establecieron adecuadamente, mientras que Tifton 85, Tifton 78 y NK 37, presentaron menores índices de establecimiento. En contraste a estos este estudio, resultados obtenidos en Río Bravo, Tamps., demuestran que 'Tifton 78', 'Brazos', 'Tifton 85' y 'Tifton 68' presentaron un comportamiento agronómico sobresaliente, con una producción de forraje promedio por corte de 9.9, 10.7 y 9.6 t MS ha⁻¹ durante tres años de evaluación, respectivamente (Palomo y Méndez, 1993). Otros resultados obtenidos en siete variedades de Bermuda, muestran una producción de forraje por corte de 0.85 a 4.73 t MS ha⁻¹, sobresaliendo los cultivares 'Brazos', 'Tifton 68', 'Cruza I' y 'Tifton 85' (Zárate *et al.*, 1993). En Brasil, tasas de crecimiento de 27 a 105 kg ha⁻¹ día⁻¹ fueron observadas en 'Tifton 85', mientras que 'Bermuda de la Costa' estas fueron de 35 a 106 kg ha⁻¹ día⁻¹ (Brandão *et al.*, 2001). Otros estudios realizados bajo diferentes gradientes de salinidad, muestran que las variedades 'Tifton 78', 'Tifton 68' y 'Brazos' sobresalieron también por su establecimiento y

productividad (Limas *et al.*, 1993). La superioridad de Tifton 85 en comparación con Tifton 78 fue ampliamente demostrada tanto en ensayos agronómicos como de pastoreo durante 3 años (Hill *et al.*, 1993). Su alto contenido de carbohidratos de reserva en la base de los tallos y raíces (Brandão *et al.*, 2001), elevadas tasas de crecimiento, los resultados de rendimiento y alta calidad del forraje, sugieren que este cultivar presenta un gran potencial para la producción de carne y leche en pastoreo (Hill *et al.*, 1997). Los resultados obtenidos en estos estudios demuestran que tanto la producción de forraje como su calidad son importantes factores para incrementar los índices productivos de la ganadería tropical. De acuerdo a lo anterior, se llevó a cabo el presente estudio con el objetivo de evaluar y seleccionar los cultivares de *C. dactylon* (L.) Pers. con características de adaptación y productividad sobresalientes para su utilización en los diferentes sistemas de producción ganadera de la región occidental de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se condujo en el S. E. El Verdineño, INIFAP, ubicado a 60 msnm, clima tropical subhúmedo Aw₂, con una precipitación pluvial de 1201 mm y una temperatura media anual de 24 °C. La época de seca fluctúa entre siete y ocho meses al año. Los suelos son franco arcillosos de color rojo y café rojizo *in situ* y coluvial. El tipo de vegetación natural corresponde a una selva mediana subcaducifolia (SPP, 1981).

Los tratamientos evaluados estuvieron constituidos por los siguientes cultivares (**Cu**) de *C. dactylon* (L.) Pers.: Tifton 68 (**T₆₈**), Brazos (**Br**), Tifton 44 (**T₄₄**), Bermuda de la Costa (**BC**), NK-37 (**NK₃₇**), Tifton 78 (**T₇₈**), Tifton 85 (**T₈₅**) y como testigo el Cruza I (**C_I**). La siembra se realizó por tripicado en parcelas de 66 m² al inicio del temporal, con material vegetativo y sin fertilización. En la fase productiva, las

parcelas fueron homogenizadas, fertilizadas anualmente con 200-60-00 e irrigadas durante la sequía. Las evaluaciones se realizaron aproximadamente a los 42 días durante el verano y 55 días durante el invierno y primavera de acuerdo a la metodología descrita por Toledo y Schultze-Kraft (1985). Se tomaron tres submuestras por parcela, considerando en parcela útil de 0.25 m². Las muestras de forraje obtenido fueron secadas en una estufa forrajera a temperatura de 50°C hasta peso constante para las determinaciones correspondientes.

Las variables evaluadas fueron: Establecimiento [Cobertura aérea (CA) y basal (CB), altura (AI) y tamaño de guía (TG)] a los seis meses, así como el comportamiento de estas mismas variables, Producción de forraje (PF), tasa de crecimiento (TC) y relación hoja:tallo (H:T) durante los dos años subsiguientes (14 cortes). La información obtenida de sometió

a un análisis de varianza mediante un diseño completamente al azar, con tres repeticiones y pruebas de DMS (SAS, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para el establecimiento de los cultivares se presenta en el Cuadro 1. La evaluación del establecimiento a los seis meses muestra que CA fue similar (P>0.05) entre Cu con 99.3±1.3%, mientras que diferencias (P<0.01) se encontraron para CB y AI y (P<0.05) para TG. En CB sobresalieron T₄₄ y NK₃₇ con 48 y 50%, respectivamente; en AI destacaron BC, B, T₈₅ y C₁ cuya AI fluctuó de 59 a 71 cm. En TG sobresalió T₇₈ con 100 cm, siendo similar (P>.05) al resto de Cu, excepto T₄₄ con 38.6 cm. C₁ fue superior (P<0.05) en producción de forraje por hectárea y corte, siendo similar (P>0.05) a la observada en T₆₈, BC, Br, T₈₅, NK₃₇ y T₇₈.

Cuadro 1. Índices de establecimiento de ocho variedades de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) bajo condiciones de riego.

| Cultivar | Cobertura (%) | | Altura (cm) | Tamaño de Guía (cm) | Producción de Forraje | |
|----------------|------------------|---------|-------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| | Aérea | Basal | | | t MS ha ⁻¹ | t MS corte ⁻¹ |
| Tifton 68 | 98 ^{NS} | 31.7 b* | 65.1 ab** | 59.7 ab* | 18.2 ab* | 5.9 ab* |
| B. de la Costa | 100 | 31.7 b | 71.4 a | 71.3 ab | 17.0 ab | 5.5 ab |
| Brazos | 98 | 33.3 ab | 64.8 ab | 75.7 ab | 17.9 ab | 5.5 ab |
| Tifton 44 | 100 | 50.0 a | 30.7 c | 38.6 b | 13.3 b | 4.7 b |
| Tifton 85 | 100 | 41.7 ab | 59.0 ab | 70.7 ab | 19.4 ab | 6.6 ab |
| NK - 37 | 100 | 48.3 ab | 35.9 c | 65.9 ab | 20.1 ab | 6.4 ab |
| Tifton 78 | 100 | 41.0 ab | 58.0 b | 100.1 a | 25.2 ab | 7.7ab |
| Cruza I | 100 | 35.0 ab | 59.3 ab | 89.4 ab | 27.9 a | 8.9 a |

¹ Literales diferentes entre columnas indican diferencias * (P<.05) y ** (P<.01) entre cultivares.

El comportamiento agronómico y productivo promedio de 14 evaluaciones de los diferentes cultivares se presenta en el cuadro 2. En general todas las variables evaluadas presentaron diferencias (P<0.01) entre cultivares, cuya persistencia se manifiesta en los índices de CA, CB y AI después de dos años de evaluación. La producción de

forraje anual fue (P<0.01), sobresaliendo T₈₅ y T₇₈ con 40.1 y 38.3 t MS ha⁻¹, siendo similares a T₆₈, T₄₄ y NK₃₇ con 36.5, 36.3 y 35.8 t MS ha⁻¹, respectivamente, donde PF por corte fue superior a las 5.1 t MS ha⁻¹. TC fue diferente (P<0.01), sobresaliendo los mismos Cu que en PF, cuyas TC oscilaron de 95.2 a 108.5 kg ms/ha/día. El contenido

de hoja fue diferente ($P < 0.01$), sobresaliendo **T₆₈**, **T₈₅**, **T₄₄** y **T₇₈** cuyo contenido fluctuó de 64 a 67%, mientras que el contenido de tallo fue superior ($P < 0.01$) en **C_I**, **NK₃₇**, **Br** y **BC** el cual fluctuó de 37 a 39%.

A diferencia de los resultados obtenidos por Aguirre (1996), todos los **Cu** evaluados se establecieron adecuadamente a los seis meses posteriores a la siembra y tanto durante la etapa de establecimiento como en

la fase productiva (14 cortes), la **PF** de estos **Cu** fue superior a la obtenida por Palomo y Méndez (1993) en Río Bravo, Tamaulipas. Asimismo, se observó una **PF** por corte similar y en algunos casos superior a los 4.73 t MS ha⁻¹ reportados por Zárate *et al.* (1993) y **TC** muy cercanas a los 105 y 106 kg ha⁻¹ día⁻¹ reportados para 'Tifton 85' y 'Bermuda de la Costa' (Brandão *et al.*, 2001).

Cuadro 2. Indices de establecimiento de ocho variedades de pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) bajo condiciones de riego.

| Cultivar | Cobertura (%) | | Altura (cm) | Tamaño de Guía (cm) | Prod. de forraje (t MS) | | Tasa Crec. Kg MS/ha/día | Relación H:T (%) | |
|----------------|----------------------|---------|-------------|---------------------|-------------------------|---------|-------------------------|------------------|-------|
| | Aérea | Basal | | | Ha/año | Corte | | Hoja | Tallo |
| Tifton 68 | 97.8 bc ¹ | 44.4 c | 38.8 ab | 47.3 b | 36.5 abc | 5.2 abc | 98.6 ab | 68 a | 32 c |
| B. de la Costa | 98.2 ab | 57.9 a | 36.9 bc | 60.8 a | 31.9 c | 4.6 c | 86.3 b | 62 bc | 38 ab |
| Brazos | 97.5 c | 56.8 a | 39.1 ab | 63.2 a | 33.1 c | 4.7 c | 89.4 b | 63 bc | 37 ab |
| Tifton 44 | 100.0 a | 39.0 d | 43.0 a | 39.4 c | 36.3 abc | 5.2 abc | 97.9 ab | 67 a | 33 c |
| Tifton 85 | 99.5 a | 43.9 c | 42.6 a | 48.9 b | 40.1 a | 5.7 a | 108.5 a | 68 a | 32 c |
| NK - 37 | 99.8 a | 33.4 d | 42.5 a | 48.1 b | 35.8 abc | 5.1 abc | 97.0 ab | 63 bc | 37 ab |
| Tifton 78 | 99.9 a | 51.6 ab | 39.4 ab | 63.5 a | 38.3 ab | 5.5 ab | 103.5 a | 65 ab | 35 bc |
| Cruza I | 97.3 c | 46.5 bc | 33.9 c | 58.9 a | 34.9 bc | 5.0 bc | 95.2 ab | 60 c | 40 a |

¹ Literales diferentes entre columna indican diferencias ($P < 0.01$) entre cultivares.

CONCLUSIONES

Los cultivares de pasto Bermuda **T₈₅**, **T₇₈**, **T₆₈**, **T₄₄** y **NK₃₇**, presentan características sobresalientes de adaptación, productividad y persistencia para contribuir al mejoramiento de las tierras de pastoreo e índices productivos de los sistemas de producción de carne y leche en el trópico de México. Sin embargo, es necesario complementar estos resultados con evaluaciones sobre la calidad nutricional en la etapa de crecimiento vegetativo y elongación de tallos, con la finalidad de emitir recomendaciones sólidas sobre su manejo y utilización bajo condiciones de pastoreo.

LITERATURA CITADA

Aguirre, H. A.; J. Aguirre O.; C. Rubio T. 1996. Comportamiento agronómico y

adaptación de cultivares de Bermuda bajo riego en Nayarit. I Reunión de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Nayarit. Tepic, Nayarit. P 197.

Brandão de C., C.A.; S. Carneiro da S.; A. Fischer S.; J. Lara F.; R. Aparecida C.; L. F. de Moura P.; C. G. Silveira P. 2001. Carbohidratos não estruturais e acúmulo de Forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. *Scientia Agricola*. 58 (4): 667-674.

Hill, G. M.; R.N. Gates; J. W. West; P. R. Utley. 1997. Consumption and digestibility of coastal, Tifton 78, and Tifton 85 hays harvested at two maturity stages when fed to steers. 1997 Annual Report (pp. 31-37). *Animal & Dairy Science*. En: http://www.ads.uga.edu/annrpt/1997/97_

- 031.htm, consultado el 20 de abril de 2014.
- Hill, G. M.; R. N. Gates; G. W. Burton. 1993. Forage quality and steer grazing performance from Tifton 85 and Tifton 78 bermudagrass pastures. *J. Anim. Sci.* 71:3219-3225.
- Hill, G. M.; R. N. Gates; J. W. West. 2001. Advances in bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. *J. Anim. Sci.* 79(E. Suppl.):E48–E58
- Limas, M. A.; A. Saldivar F.; H. Silva; P. Rivera; A. Rodríguez. 1993. Comportamiento de siete variedades de zacate Bermuda a diferentes niveles de salinidad. Congreso SOMMAP. Hermosillo, Son. p 2.
- Palomo, S. J; A. Méndez R. 1993. Nuevos pastos Bermuda para establecer praderas de riego. XXIV Reunión AMPA. Chihuahua, Chih. p s/n.
- Pulido, V. M.; J. Espinoza A.; C. Treviño de la F. 1993. Guía para producir carne y leche en praderas irrigadas del trópico seco. Folleto Núm. 13. CIRPAC – Michoacán. Morelia, Mich. 26 p.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1981. Síntesis Geográfica de Nayarit. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e informática. México, D.F. 221 p.
- Sosa, R. M.; A. González S.; A. Eguiarte V.; R. Hernández V. 1997. Producción intensiva de leche en praderas de riego. En: Avances y resultados de investigación pecuaria en el Estado de Jalisco. Pub. Esp. Núm. 1. Tuxpan, Jalisco. Méx.
- SAS (Statistical Analysis System). 2009. User's Guide: statistics. SAS Inst. Cary, NC. USA.
- Toledo, M. J.; R. Schultze-Kraft. 1985. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: Manual para la Evaluación Agronómica. RIEPT. Editor Técnico: José M. Toledo. Cali, Colombia.
- Villanueva – Avalos, J. F. 2015. Producción de pastizales y manejo de praderas en el Estado de Nayarit. INIFAP – CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Libro Técnico Núm. 5. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 151 p.
- Zárate, F. P.; M. Ibarra H., A. Saldivar F. 1993. Comportamiento de siete variedades de zacate Bermuda en la costa centro de Tamaulipas. Congreso SOMMAP. Hermosillo, Son. p 2.

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE SIETE ECOTIPOS MEXICANOS DE *Clitoria ternatea* L.

BOTANICAL CHARACTERISTICS OF SEVEN MEXICAN ECOTYPES OF *Clitoria ternatea* L.

José Francisco Villanueva Avalos^{1*}, J. Vidal Rubio Ceja¹ y Dennis Armando Orozco Molina²

¹INIFAP-Campo Experimental Santiago Ixcuintla. A.P. 100. Santiago Ixcuintla, Nay. 63300, México. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Compostela-Chapalilla Km. 3.5, C.P. 63700, Compostela, Nayarit, México. *villanueva.francisco@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar botánicamente siete ecotipos mexicanos de *Clitoria ternatea* L. se colectaron muestras de plantas recolectadas en México y actualmente el S.E. "Verdineño" – INIFAP, ubicado en la región central de Nayarit, México. El clima es cálido subhúmedo, con precipitación y temperatura promedio anual de 1201 mm 24 °C, respectivamente. Los ecotipos de *C. ternatea* L. evaluados fueron: 'Alba', 'Violeta', 'Doble Lienzo', 'Doble Presa', 'Tehuana', 'Jaspeado' y 'Azul Colima'. La descripción botánica se basó en las características cualitativas de las flores, vainas y semillas. Los resultados muestran que los ecotipos evaluados comparten y a la vez, difieren en algunas características botánicas. Las mayores diferencias botánicas se encuentran en el color y estructuras florales, la punta y pico de la vaina, cantidad de semillas por vainas, así como en el tamaño y color de la semilla. En conclusión: los ecotipos evaluados difieren en las características botánicas de la flor, vaina y semilla, cuyas diferencias reproductivas facilitan su reconocimiento en campo con el objetivo de contribuir a su conservación, manejo y aprovechamiento en los diferentes sistemas de producción animal en México.

Palabras clave: *Clitoria ternatea*, ecotipos, botánicas, características, mexicanos.

ABSTRACT

With the objective of characterizing botanically seven Mexican ecotypes of *Clitoria ternatea* L. samples were obtained from plants collected in Mexico and currently available at the Experimental Station "El Verdineño" - INIFAP, located in the central region of Nayarit, Mexico. The climate is warm subhumid, with average annual precipitation and temperature of 1201mm and 24 °C, respectively. The ecotypes of *C. ternatea* L. evaluated were: 'Alba', 'Violeta', 'Doble Lienzo', 'Doble Presa', 'Tehuana', 'Jaspeado' and 'Azul Colima'. Botanical description was based on qualitative characteristics of flowers, pods, and seeds for each ecotype. Results shown that evaluated ecotypes share and at the same time, differ in some morphological characteristics of the species. The greatest botanical differences are in flower color and floral structures, tip and peak of the pods, number of seeds per pod, as well as the size and color of the seed. In conclusion: evaluated ecotypes differ on botanical characteristics of the flower, pods, and seeds, whose reproductive differences facilitate its recognition in field with the aim of contributing to their conservation, management, and exploitation in available systems of animal production in Mexico.

Key words: *Clitoria ternatea*, ecotypes, botanical, characteristics, Mexican.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas forrajeras juegan un importante papel en cualquier sistema de producción animal, ya que su utilización genera beneficios sociales y económicos, a través de un mejoramiento ambiental, de los recursos naturales y mejor productividad tanto de la vegetación asociada como del

ganado en pastoreo (Razz y Faría, 1996; Villanueva *et al.*, 2010). Una de las leguminosas más sobresalientes por su productividad es clitoria (*Clitoria ternatea* L), leguminosas originaria de Asia, que se adapta bien a los suelos fértiles, profundos y húmedos de la región tropical de México, y que bajo condiciones de irrigación, es

posible obtener rendimientos anuales de 20 a 30 t MS ha⁻¹ (Villanueva, 2002), con una productividad similar a la obtenida con alfalfa y concentrados en producción carne de ovinos (Cárdenas *et al.*, 2012), bovinos (Córdoba *et al.*, 1987), y leche (Villanueva *et al.*, 1996; Bustamante *et al.*, 2004). Todos estos estudios se han conducido con *C. Ternatea* cv. 'Tehuana', a pesar de la existencia de otros ecotipos en México, de los cuales se desconocen desde sus características morfológicas forrajeras hasta su productividad animal. Por ejemplo, en Australia, hasta 58 accesiones de *C. Ternatea* han sido descritas morfológica y agronómicamente (Cook *et al.*, 2005). *C. ternatea* es una leguminosa bianual o perenne de vida corta, semiarborescente y trepadora, con una altura de 60 a 70 cm. Tallos finos de 0.5 a 3 m de largo, hojas pinnadas de cinco a siete folíolos oblongo-lanceolados de 1.5 a 7.0 cm de largo y de 0.3 a 4.0 cm de ancho, ligeramente pubescentes. Flores axilares, simples o pareadas, blancas o azuladas de 2.5 a 5.0 cm de longitud en forma de embudo invertido. Las vainas son alargadas y planas, de 4 a 12 cm de largo y de 0.7 a 1.2 cm de ancho, escasamente pubescentes y dehiscentes cuando está seca. Cada vaina contiene de 8 a 11 semillascilíndricas (oblongas) de color negro, verde olivo, café o moteadas, de 4.7 a 7.0 mm de largo y 3 a 4 mm de ancho. 23 000 semillas kg⁻¹ (Villanueva *et al.*, 2004; Cook *et al.*, 2005). La caracterización morfológica de éstos recursos contribuye a la selección de genotipos con características sobresalientes, promoviendo así la conservación y mantenimiento de la diversidad genética en las especies forrajeras (Herrera *et al.*, 2010); además, es útil para hacer comparaciones entre especies y/o ecotipos nativos, identificando materiales sobresalientes con características propias para ser incluidos en programas de mejoramiento, restauración y conservación

de pastizales (Morales *et al.*, 2008). En base a lo anterior, se desarrolló el presente estudio cuyo objetivo fue identificar las características botánicas cualitativas en la etapa reproductiva de siete materiales de *C. ternatea* L. colectados en la región occidental de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se condujo en el S. E. El Verdineño, INIFAP, ubicado a 60 msnm, clima tropical subhúmedo Aw₂, con una precipitación pluvial de 1201 mm y una temperatura media anual de 24 °C. La época de seca fluctúa entre siete y ocho meses al año. Los suelos son franco arcillosos de color rojo y café rojizo *in situ* y coluvial. El tipo de vegetación natural corresponde a una selva mediana subcaducifolia (SPP, 1981).

Los tratamientos evaluados consistieron en los siete ecotipos de *C. ternatea*: 'Alba', 'Violeta', 'Doble Lienzo', 'Doble Presa', 'Tehuana', 'Jaspeado' y 'Azul Colima', recolectados en la región occidental de México y actualmente disponibles en el Banco de Germoplasma de Recursos Genéticos (BG- RGF) del S. E. "Verdineño", INIFAP. La siembra de los materiales se llevó a cabo por triplicado en parcelas lineares de 5 m con seis plantas cada una, con una distancia entreplantas de 0.80 m y de 1.5 m entre parcelas. El manejo agronómico fue el tradicionalmente recomendado por Inifap para esta leguminosa forrajera (Villanueva, 2002).

Las evaluaciones se realizaron en la etapa reproductiva, la cual consistió en la descripción de las características reproductivas cuantitativas de cada ecotipo, basado en las características de la flor, vainas y semillas, de acuerdo a la descripción varietal de *Arachis* L., según la Guía Técnica de la UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). En la flor se analizó

únicamente el color, mientras que en la *vainase* evaluó la forma, color, estrangulaciones, prominencia de la punta, forma del pico y capacidad de dehiscencia; en *semilla* se evaluó la presencia de semilla, fecha de cosecha, color, forma y tamaño. La información obtenida es exclusivamente descriptiva de los diferentes materiales y básicamente constituye una clave de las características botánicas para la identificación de los ecotipos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las evaluaciones realizadas muestran que los diferentes ecotipos evaluados comparten

y a la vez, difieren en algunas características botánicas propias de la especie (Cuadro 1, Figura 1). La presencia de semilla y cosecha de la misma es similar entre ecotipos y se da dos veces al año aproximadamente en marzo (60 – 90 DDA) y octubre (288 - 305 DDA), respectivamente. La similitud de caracteres, básicamente se centra en vainas alargadas y planas, de forma curva y ligeramente sigmoidea, de color crema a jaspeado a medida que avanza el estado de madurez, textura fina, ausencia de estrangulaciones y una capacidad de dehiscencia altamente explosiva. Las semillas son cilíndricas y de tamaño variable.

Cuadro 1. Características botánicas reproductivas de siete ecotipos mexicanos de *Clitoria ternatea* L.

| Caracteres vegetativos | Ecotipos de <i>Clitoria ternatea</i> L. | | | | | | |
|--|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Alba | Violeta | Doble Lienzo | Doble Presa | Tehuana | Jaspeado | Azul Colima |
| Fecha presencia de semilla, DDA ¹ | 60 - 288 | 60 - 288 | 60 - 288 | 60 - 288 | 60 - 288 | 64 - 288 | 64 - 288 |
| Fecha de madurez a cosecha, DDA | 90 - 305 | 90 - 305 | 90 - 305 | 90 - 305 | 90 - 305 | 94 - 305 | 94 - 305 |
| Color de la flor | Blanca | Violeta | Azul Doble | Azul Doble | Azul | Azul | Azul |
| Forma de vaina | Curva - L sig ² | Curva - L sig |
| Color de vaina | Crema/jasp | Jasp - Crema | Jaspeada | Jaspeada | Jaspeada | Jaspeada | Crema |
| Vaina: Estrangulaciones | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes |
| Vaina: Textura de la superficie | Fina | Fina | Fina | Fina | Fina | Fina | Fina |
| Vaina: Abundancia de semillas | Regular | Regular | Regular | Regular | Abundante | Regular | Abundante |
| Vaina: Prominencia de la punta | Promimente | Medio Prom | Promimente | Promimente | Promimente | Medio Prom | Promimente |
| Vaina: Forma del pico | Lig curvo | Lig curvo | Recto | Curvo | Lig curvo | Lig curvo | Lig curvo |
| Color de la semilla | Jasp - Café | Jasp - Negra | Jasp - Café | Jasp - Negro | Jasp - Negro | Jasp -Café | Negra |
| Forma de la semilla | Cilíndrica | Cilíndrica | Cilíndrica | Cilíndrica | Cilíndrica | Cilíndrica | Cilíndrica |
| Tamaño de la semilla, mm | Mediano | Mediano | Grande | Chica | Chica | Chica | Grande |
| Capacidad de dehiscencia | Explosiva | Explosiva | Explosiva | Explosiva | Explosiva | Explosiva | Explosiva |

¹ DDA: Día del año; ² Ligeramente sigmoidea

Una clave para la identificación de los ecotipos estudiados de acuerdo a las diferencias observadas en las tres estructuras reproductivas analizadas es la siguiente:

***C. ternatea* ec. ‘Alba’.** Flores blancas en forma de embudo invertido; con vainas lisas

provistas de una punta prominente (>6 mm) y pico ligeramente curvo. Vainas con regular contenido de semilla (7.9) de tamaño mediano (5.5 mm), generalmente monocromas de color café jaspeado.

***C. ternatea* ec. ‘Violeta’.** Flores de color violaceo en forma de embudo invertido; con

vainas lisas provistas de una punta medianamente prominente (<6 mm) y pico ligeramente curvo. Vainas con regular

contenido de semilla (7.3) de tamaño mediano (5.7 mm), generalmente monocromas de color negro jaspeado.

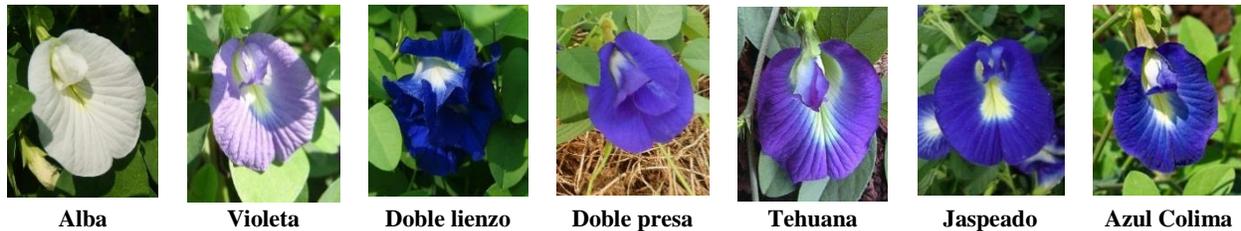


Figura 1. Características y color de las estructuras florales en los siete ecotipos evaluados.

C. ternatea ec. ‘Doble Lienzo’. Flores de color azul provistas de al menos seis alas; con vainas lisas provistas de una punta prominente (>6 mm) y pico recto. Vainas con regular contenido de semilla (6.3) de tamaño grande (7.3 mm), generalmente monocromas de color café jaspeado.

C. ternatea ec. ‘Doble Presa’. Flores de color azul provistas de dos alas sobresalientes; con vainas lisas provistas de una punta prominente (>6 mm) y pico curvo. Vainas con regular contenido de semilla (7.2) de tamaño pequeño (5.1 mm), generalmente monocromas de color negro jaspeado.

C. ternatea ec. ‘Tehuana’. Flores de color azul en forma de embudo invertido, similares a las observadas en los ecotipos ‘Jaspeado’ y ‘Azul Colima’; con vainas lisas provistas de una punta prominente (>6 mm) y pico ligeramente curvo. Vainas con abundante contenido de semilla (7.9) de tamaño pequeño (8.2 mm), generalmente monocromas de color negro jaspeado.

C. ternatea ec. ‘Jaspeado’. Flores de color azul en forma de embudo invertido, similares a las observadas en los ecotipos ‘Tehuana’ y ‘Azul Colima’; con vainas lisas

provistas de una punta medianamente prominente (<6 mm) y pico ligeramente curvo. Vainas con regular contenido de semilla (7.3) de tamaño pequeño (4.8 mm), generalmente monocromas de color café jaspeado.

C. ternatea ec. ‘Azul Colima’. Flores de color azul en forma de embudo invertido, similares a las observadas en los ecotipos ‘Tehuana’ y ‘Jaspeado’; con vainas lisas provistas de una punta prominente (>6 mm) y pico ligeramente curvo. Vainas con abundante contenido de semilla (8.9) de tamaño grande (6.3 mm), generalmente monocromas de color negro.

CONCLUSIONES

Los siete ecotipos de *Clitoria ternatea* L. evaluados presentan una serie de características botánicas reproductivas distintivas que permiten fácilmente su identificación, siguiendo las claves elaboradas en este estudio. La identificación adecuada de estos recursos genéticos forrajeros es de gran utilidad para el diseño y aplicación de prácticas adecuadas de manejo que promuevan su conservación, establecimiento y utilización sustentable

dentro de los sistemas de producción animal en México.

LITERATURA CITADA

- Bustamante, G. J.J.; J.F. Villanueva A.; J.A. Bonilla C.; J.V. Rubio C. 2002. Utilización de heno de clitoria (*Clitoria ternatea* L.) en la alimentación de vacas suizo pardo en lactación. Tec. Pecu Méx. 42(3):477-487.
- Cárdenas, S.A.; J.F. Villanueva A.; J. Vidal Rubio Ceja. 2012. Utilización de heno de clitoria (*Clitoria ternatea* L.) y oreja de huaracaste (*Enterolobium cyclocarpum*) en dietas para ovinos de pelo en desarrollo en áreas tropicales. Memorias II Convención Agrodesarrollo 2012. Estación Experimental "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 914 – 919.
- Córdoba, B. A.; A. Peralta M.; A. Ramos S. 1987. Producción estacional de la asociación *Digitaria decumbens/Clitoria ternatea* L. con tres cargas animal y dos sistemas de utilización. Pasturas Tropicales. CIAT. Calí, Colombia. 9(1):27-31.
- Cook, B.G., B. C. Pengelly; S. D. Brown; J. L. Donnelly; D. A. Eagles; M. A. Franco; J. Hanson; B. F. Mullen; I. J. Partridge; M. Peters; Schultze-Kraft, R. 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool. [CD-ROM], CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia.
- Herrera, C.F; J. F. Villanueva A.; R. Plascencia J. 2010. Caracterización cuantitativa de especies nativas de *Canavalia ensiformis* (L.) DC en Nayarit, México. In: I Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. II Simposio Internacional de Forrajes Tropicales. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. pp. 51-56.
- Morales-Nieto, C.R.; Quero-Carrillo A.R.; Pérez-Pérez J.; A. Hernández-Garay; O. Le-Blanc. 2008. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en México. Agrociencia. 42(7): 767-775.
- Razz, R. y N. Faría. 1996. Características botánicas de especies de *Centrosema* (L.) Benth. Rev. Fac. Agron. Revista LUZ. 13:633-538. En: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/11636>, consultado el 01 de junio de 2015.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1981. Síntesis Geográfica de Nayarit. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. 221 p.
- Villanueva, A. J.F.; J. Bonilla C.; J. Bustamante G. 1996. Respuesta productiva de vacas Suizo Pardo suplementadas con niveles crecientes de *Clitoria ternatea* L. Reunión de Investigación Pecuaria en México. Cuernavaca, Mor. p 270.
- Villanueva, A. J. F. 2002. *Clitoria ternatea* L.: Leguminosa forrajera de excelencia para el trópico mexicano. Folleto Técnico Núm. 1. C. E. "El Verdineño", INIFAP-CIPAC. 52 p.
- Villanueva, A. J.F.; J.A. Bonilla C.; J.J. Bustamante G.; J. V. Rubio C. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. Tec Pecu Méx. 42(1):79-96.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA SIETE ECOTIPOS DE *Clitoria ternatea* L. EN MÉXICO

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SEVEN ECOTYPES OF *Clitoria ternatea* L. IN MEXICO

José Francisco Villanueva Avalos^{1*}, J. Vidal Rubio Ceja¹ y Dennis Armando Orozco Molina²

¹INIFAP-Campo Experimental Santiago Ixcuintla. A.P. 100. Santiago Ixcuintla, Nay. 63300, México. ²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nayarit, Carretera Compostela-Chapalilla Km. 3.5, C.P. 63700, Compostela, Nayarit, México. *villanueva.francisco@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar morfológicamente siete ecotipos mexicanos de *Clitoria ternatea* L., se llevó a cabo el presente estudio en clima Aw₂ en Nayarit, México. Los ecotipos evaluados fueron: 'Alba', 'Violeta', 'Doble Lienzo', 'Doble Presa', 'Tehuana', 'Jaspeado' y 'Azul Colima'. La descripción se basó en las características morfológicas cuantitativas de las vainas y semillas. Los resultados muestran que los ecotipos evaluados comparten y a la vez, difieren en algunos caracteres morfológicos. No se encontraron diferencias (P>0.05) para *Propu*, *Seanva* y *Grose*; sin embargo, se observaron diferencias (P<0.05) para *Poseno* y (P<0.01) para *Lova*, *Anva*, *Peva*, *Seva*, *Senova*, *Peseva*, *Poseva*, *Pocava*, *Ca/se*, *Pemil*, *Lose*, *Anse* y *Vose*. En conclusión: Los ecotipos evaluados presentan caracteres morfológicos distintivos que deben considerarse para su descripción e identificación. Estos resultados, combinados con información sobre las características morfológicas cualitativas y cuantitativas durante el ciclo productivo, permiten el diseño y aplicación de prácticas adecuadas de manejo que promueven su conservación y aprovechamiento dentro de los sistemas de producción ganadera en México.

Palabras clave: *Clitoria ternatea*, Ecotipos, Morfología, Características, Mexicanos.

ABSTRACT

With the objective of characterizing morphologically seven Mexican ecotypes of *Clitoria ternatea* L. this study was done in Aw₂ climate at Nayarit, Mexico. Ecotypes evaluated were: 'Alba', 'Violeta', 'Doble Lienzo', 'Doble Presa', 'Tehuana', 'Jaspeado' y 'Azul Colima'. Morphological description was based on quantitative characteristics of pods and seeds. Results shown that evaluated ecotypes share and at the same time, differ in some morphological characteristics. No differences (P>0.05) were found for *Propu*, *Seanva* and *Grose*; However, differences (P<0.05) were observed for *Poseno* and (P<0.01) for *Lova*, *Anva*, *Peva*, *Seva*, *Senova*, *Peseva*, *Poseva*, *Pocava*, *Ca/se*, *Pemil*, *Lose*, *Anse*, and *Vose*. In conclusion: evaluated ecotypes present distinctive morphological characters that should be considered for their description and identification. These results, combined with information about the qualitative and quantitative morphological and productive characteristics through production cycle, are useful to design and implement management practices to promote conservation and sustainable development within livestock production systems in Mexico.

Key words: *Clitoria ternatea*, Ecotypes, Morphology, Characteristics, Mexican.

INTRODUCCIÓN

Las leguminosas forrajeras juegan un importante papel en cualquier sistema de producción animal, ya generan beneficios sociales y económicos, a través de un mejoramiento ambiental, de los recursos naturales y una mejor productividad tanto de la vegetación asociada como del ganado en

pastoreo (Razz y Faría, 1996; Villanueva *et al.*, 2010).

Una de las leguminosas más sobresalientes por su productividad es *clitoria Clitoria ternatea* L, leguminosas originaria de Asia, que se adapta bien a los suelos fértiles, profundos y húmedos de la región tropical de México, y que bajo condiciones de

irrigación, es posible obtener rendimientos anuales de 20 a 30 t MS ha⁻¹ (Villanueva, 2002), con una productividad similar a la obtenida con alfalfa y concentrados en producción carne de ovinos (Cárdenas *et al.*, 2012), bovinos (Córdoba *et al.*, 1987), y leche (Villanueva *et al.*, 1996; Bustamante *et al.*, 2004). Estos resultados han sido obtenidos con el cultivar ‘Tehuana’, a pesar de la existencia de al menos otras 58 accesiones de *C. Ternatea* que ya fueron descritos morfológica y agrónomicamente en Australia (Cook *et al.*, 2005).

C. ternatea es una leguminosa bianual o perenne de vida corta, semiarbustiva y trepadora, con una altura de 60 a 70 cm. Tallos finos de 0.5 a 3 m de largo, hojas pinnadas de cinco a siete foliolos oblongo-lanceolados de 1.5 a 7.0 cm de largo y de 0.3 a 4.0 cm de ancho, ligeramente pubescentes. Flores axilares, simples o pareadas, blancas o azuladas de 2.5 a 5.0 cm de longitud en forma de embudo invertido. Las vainas son alargadas y planas, de 4 a 12 cm de largo y de 0.7 a 1.2 cm de ancho, escasamente pubescentes y dehiscentes cuando están secas. Cada vaina contiene de 8 a 11 semillas cilíndricas (oblongas) de color negro, verde olivo, café o moteadas, de 4.7 a 7.0 mm de largo y 3 a 4 mm de ancho (Villanueva *et al.*, 2004; Cook *et al.*, 2005). Un estudio realizado con el cultivar ‘Tehuana’ mostró que estas características morfológicas no presentan variaciones significativas por efecto de la densidad de siembra (Medel, 2013). El peso de mil semillas varía de 23 (Cook *et al.*, 2005) a 48 gr (Medel, 2013).

La caracterización morfológica de éstos recursos contribuye a la selección de genotipos con características sobresalientes, promoviendo así la conservación y mantenimiento de la diversidad genética en la especie (Herrera *et al.*, 2010); además, permite identificar los materiales

sobresalientes con características sobresalientes para su inclusión en programas de mejoramiento, restauración y conservación de pastizales (Morales *et al.*, 2008). En base a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue identificar las características morfológicas cuantitativas en la etapa reproductiva de siete materiales de *C. ternatea* L. colectados en la región occidental de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se condujo en el S. E. El Verdineño, INIFAP, ubicado a 60 msnm, clima tropical subhúmedo Aw₂, con una precipitación pluvial de 1201 mm y una temperatura media anual de 24 °C. La época de seca fluctúa entre siete y ocho meses al año. Los suelos son franco arcilloso, de color rojo y café rojizo *in situ* y coluvial. El tipo de vegetación natural corresponde a una selva mediana subcaducifolia (SPP, 1981).

Los tratamientos evaluados consistieron en los ecotipos: ‘Alba’, ‘Violeta’, ‘Doble Lienzo’, ‘Doble Presa’, ‘Tehuana’, ‘Jaspeado’ y ‘Azul Colima’, recolectados en la región occidental de México. La siembra de los materiales se llevó a cabo por triplicado en parcelas lineares de 5 m con seis plantas, con una distancia en plantas de 0.80 m y de 1.5 m entre parcelas. El manejo agronómico fue el recomendado por Inifap para esta leguminosa forrajera (Villanueva, 2002).

Las evaluaciones se realizaron en la etapa reproductiva, la cual consistió en la cuantificación de las características morfológicas cuantitativas de la vaina y semilla cada ecotipo, de acuerdo a la descripción varietal de *Arachis* L., según la Guía Técnica de la UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). En *vainas* se evaluó: prominencia de la punta, longitud, ancho, peso, número de semillas, semillas normales y anormales, peso y proporción de semilla por vaina, proporción de

cáscara y relación cáscara: semilla; en *semillas* se cuantifico el peso de 1000 semillas, longitud, ancho, grosor y volumen, de acuerdo a la ecuación: $V=\pi(r_1+r_2)l$ para estimar volumen en un elipse, donde: r: radio y l: largo (www.acienciagalilei.com). La información obtenida de sometió a un análisis de varianza mediante un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones de 10 vainas cada una y pruebas de DMS (SAS, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran similitudes y diferencias entre los ecotipos evaluados (Cuadro 1). La similitud ($P>0.05$) se centra en la protuberancia de la punta de la vaina (6.1 ± 0.46 cm), la cantidad de semillas anormales (0.6 ± 0.22) y el grosor de la semilla (2.2 ± 0.21 mm). Las vainas de mayor longitud ($P<0.01$) se presentaron en 'Azul Colima' con 10.5 cm, sin observarse diferencias en el resto de los ecotipos con 8.7 ± 0.31 cm. Las vainas más anchas ($P<0.01$) se presentaron en 'Doble Lienzo', 'Jaspeado' y 'Violeta' con un ancho superior al los 0.92 cm. La longitud y ancho de vainas observados para estos ecotipos, caen dentro del rango reportado por Villanueva *et al.* (2004), Cook *et al.* (2005) y Medel (2013) para *Clitoria ternatea* L.

El peso de la semilla por vaina fue superior ($P<0.01$) en los ecotipos 'Azul Colima' y 'Tehuana' con 0.85 gr; asimismo, la cantidad de semillas por vaina fue superior ($P<0.01$) en los ecotipos 'Azul Colima', 'Tehuana' y 'Alba' con aproximadamente 8 a 9 semillas, lo cual supera ligeramente lo obtenido por Medel (2013) con 5 a 7 semillas por vaina, pero coincide con lo reportado anteriormente por Villanueva *et al.* (2004) y Cook *et al.* (2005). Sin embargo, a pesar de que estos mismos ecotipos presentaron la mayor ($P<0.01$) cantidad de semillas normales por vaina (7 a 8.5), en terminos porcentuales, la cantidad de semilla normal fue menor ($P<0.05$) en el ecotipo 'Doble Lienzo'

(87%), siendo similar en el resto de ecotipos con 90 a 97% de semilla normal. El peso de semillas por vaina fue superior ($P<0.01$) en los ecotipos 'Azul Colima', 'Doble Lienzo' y 'Jaspeada' con un peso de 0.38, 0.37 y 0.34 gr, respectivamente.

De acuerdo al peso de la vaina, la proporción de semilla y cáscara también presentaron diferencias ($P<0.01$) entre ecotipos. La mayor proporción de semilla se observó en 'Doble Lienzo', 'Jaspeado' y 'Alba' con $48\pm 1.6\%$; en contraste, la mayor proporción de cáscara se observó en 'Tehuana' con 63%. La relación cáscara: semilla varió de 1.02 - 1.67:1, donde las mejores proporciones fueron observadas en 'Doble Lienzo', 'Jaspeado' y 'Alba'. El peso de mil semillas fue diferente ($P<0.01$) entre ecotipos, sobresaliendo con 59.4 y 50.9 gr los ecotipos 'Doble Lienzo' y 'Jaspeado', valores muy superiores a los 23 gr reportados por Cook *et al.* (2005), pero similares a los observados en 'Tehuana' por Medel (2013). La longitud de la semilla fue superior ($P<0.01$) en 'Azul Colima' y 'Doble Lienzo' con >6 mm, mientras que el ancho fue menor ($P<0.01$) en 'Doble Presa' con 3.3 mm y similar en el resto de ecotipos cuyo ancho varió de 3.5 a 3.9 mm. En general, estas dimensiones coinciden con los reportados por Villanueva *et al.* (2004) y Cook *et al.* (2005) para *Clitoria ternatea* L. El volumen estimado para la semilla presentó diferencias ($P<0.01$) entre ecotipos, sobresaliendo 'Doble Lienzo' y 'Azul Colima' con 44 y 43 mm³, mientras que en el resto ecotipos varió de 24 a 37 mm³.

CONCLUSIONES

Los siete ecotipos de *Clitoria ternatea* L. evaluados presentan una serie de características morfológicas reproductivas distintivas que deben ser consideradas para la descripción e identificación de estos materiales forrajeros. La utilización adecuada de la información generada,

aunado a la información sobre las características morfológicas cualitativas y cuantitativas de estos recursos genéticos forrajeros durante su ciclo productivo, es de gran utilidad para el diseño y aplicación de

prácticas adecuadas de manejo que promuevan su conservación y aprovechamiento sustentable dentro de los sistemas de producción animal en México.

Cuadro 1. Características morfológicas cuantitativas de la vaina y semilla de siete ecotipos de *Clitoria ternatea* L. en México.

| Característica Morfológica (Clave) | Ecotipos de <i>Clitoria ternatea</i> L. | | | | | | | Nivel Sig. |
|------------------------------------|---|---------|--------------|-------------|---------|----------|-------------|------------|
| | Alba | Violeta | Doble Lienzo | Doble Presa | Tehuana | Jaspeado | Azul Colima | |
| <i>Propu</i> (mm) | 6.2 | 5.5 | 6.1 | 6.6 | 6.7 | 5.6 | 6.3 | NS |
| <i>Lova</i> (cm) | 8.7 b | 8.7 b | 9.1 b | 8.4 b | 8.2 b | 8.9 b | 10.5 a | ** |
| <i>Anva</i> (cm) | 0.77 d | 0.92 ab | 0.96 a | 0.82 cd | 0.86 bc | 0.93 ab | 0.80 cd | ** |
| <i>Peva</i> (gr) | 0.67 cd | 0.59 de | 0.75 bc | 0.55 e | 0.84 ab | 0.73 c | 0.85 a | ** |
| <i>Seva</i> (#) | 7.9 ab | 7.3 b | 7.3 b | 7.2 b | 8.2 ab | 7.3 b | 8.9 a | ** |
| <i>Seanva</i> (#) | 0.70 | 0.56 | 0.96 | 0.70 | 0.24 | 0.54 | 0.48 | NS |
| <i>Senova</i> (#) | 7.2 abc | 6.8 bc | 6.3 c | 6.5 bc | 7.9 ab | 6.8 bc | 8.5 a | ** |
| <i>Poseno</i> (%) | 91.1 ab | 92.4 ab | 86.8 b | 90.3 ab | 97.1 a | 92.9 ab | 94.5 ab | * |
| <i>Peseva</i> (gr) | 0.31 bc | 0.26 dc | 0.37 ab | 0.24 d | 0.32 bc | 0.34 ab | 0.38 a | ** |
| <i>Poseva</i> (%) | 46.4 ab | 43.8 b | 49.6 a | 44.7 b | 37.4 c | 47.3 ab | 44.5 b | ** |
| <i>Pocava</i> (%) | 53.6 bc | 56.2 b | 50.4 c | 55.3 b | 62.6 a | 52.7 bc | 55.5 b | ** |
| <i>Ca/se</i> (%) | 1.15 bc | 1.29 b | 1.02 c | 1.24 b | 1.67 a | 1.12 bc | 1.25 b | ** |
| <i>Pemil</i> (gr) | 43.3 bc | 38.4 c | 59.4 a | 37.5 c | 40.4 c | 50.9 ab | 45.2 bc | ** |
| <i>Lose</i> (mm) | 5.4 c | 5.7 bc | 6.1 ab | 5.1 cd | 5.2 cd | 4.8 d | 6.3 a | ** |
| <i>Anse</i> (mm) | 3.5 ab | 3.9 a | 3.9 a | 3.3 b | 3.9 a | 3.6 ab | 3.9 a | ** |
| <i>Grose</i> (mm) | 2.4 | 2.1 | 2.4 a | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.2 | NS |
| <i>Vose</i> (mm ³) | 35.2 ab | 36.7 ab | 43.8 a | 24.3 c | 30.8 bc | 27.1 bc | 42.7 a | ** |

¹ Literales diferentes en el mismo reglón indican diferencias * (P<.05) y ** (P<.01) entre ecotipos.

Donde, *Propu*: Prominencia de la punta de la vaina; ***Lova*:** Longitud de vaina; ***Anva*:** Ancho de vaina; ***Peva*:** Peso de la vaina; ***Seva*:** No. semillas por vaina; ***Seanva*:** No. semillas anormales por vaina; ***Senova*:** No. semillas normales por vaina; ***Poseno*:** porcentaje de semillas normales; ***Peseva*:** Peso de semilla por vaina; ***Poseva*:** Porcentaje de semilla por vaina; ***Pocava*:** Porcentaje de cascara por vaina; ***Ca/se*:** Relación cáscara: semilla; ***Pemil*:** Peso de 1000 semillas; ***Lose*:** Longitud de la semilla; ***Anse*:** Ancho de semillas; ***Grose*:** Grosor de semilla; ***Vose*:** Volumen de semilla.

LITERATURA CITADA

Bustamante, G. J.J.; J.F. Villanueva A.; J.A. Bonilla C; J.V. Rubio C. 2002. Utilización

de heno de clitoria (*Clitoria ternatea* L.) en la alimentación de vacas suizo pardo en lactación. Tec. Pecu Méx. 42(3):477-487.

- Cárdenas, S.A.; J.F. Villanueva A.; J. Vidal Rubio Ceja. 2012. Utilización de heno de clitoria (*Clitoria ternatea* L.) y oreja de huaracaste (*Enterolobium cyclocarpum*) en dietas para ovinos de pelo en desarrollo en áreas tropicales. Memorias II Convención Agrodesarrollo 2012. Estación Experimental "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 914 – 919.
- Córdoba, B. A.; A. Peralta M.; A. Ramos S. 1987. Producción estacional de la asociación *Digitaria decumbens/Clitoria ternatea* L. con tres cargas animal y dos sistemas de utilización. Pasturas Tropicales. CIAT. Calí, Colombia. 9(1):27-31.
- Cook, B.G., B. C. Pengelly; S. D. Brown; J. L. Donnelly; D. A. Eagles; M. A. Franco; J. Hanson; B. F. Mullen; I. J. Partridge; M. Peters; Schultze-Kraft, R. 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool. [CD-ROM], CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia.
- Herrera, C.F; J. F. Villanueva A.; R. Plascencia J. 2010. Caracterización cuantitativa de especies nativas de *Canavalia ensiformis* (L.) DC en Nayarit, México. In: I Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. II Simposio Internacional de Forrajes Tropicales. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. pp. 51-56.
- Medel, C. C. I. 2013. Efecto de la distancia entre plantas y surcos sobre el rendimiento y calidad de la semilla de *Clitoria ternatea* cv. Tehuana y *Canavalia ensiformis*. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México.
- Morales-Nieto, C.R.; Quero-Carrillo A.R.; Pérez-Pérez J.; A. Hernández-Garay; O. LeBlanc. 2008. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de pasto banderita [*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en México. Agrociencia. 42(7): 767-775.
- Razz, R. y N. Faría. 1996. Características botánicas de especies de *Centrosema* (L.) Benth. Rev. Fac. Agron. Revista LUZ. 13:633-538. En: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/11636>, consultado el 01 de junio de 2015.
- SAS (Statistical Analysis System). 2009. User's Guide: statistics. SAS Inst. Cary, NC. USA.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1981. Síntesis Geográfica de Nayarit. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D.F. 221 p.
- Villanueva, A. J.F.; J. Bonilla C.; J. Bustamante G. 1996. Respuesta productiva de vacas Suizo Pardo suplementadas con niveles crecientes de *Clitoria ternatea* L. Reunión de Investigación Pecuaria en México. Cuernavaca, Mor. p 270.
- Villanueva, A. J. F. 2002. *Clitoria ternatea* L.: Leguminosa forrajera de excelencia para el trópico mexicano. Folleto Técnico Núm. 1. C. E. "El Verdineño", INIFAP-CIPAC. 52 p.
- Villanueva, A. J.F.; J.A. Bonilla C.; J.J. Bustamante G.; J. V. Rubio C. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. Téc Pecu Méx. 42(1):79-96.

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DIFERENTES CULTIVARES DE TEOCINTLE Y MAÍZ EN CONDICIONES DEL TRÓPICO SECO

EVALUATION OF DIFFERENT CULTIVARS OF TEOCINTLE AND MAIZE ON DRY TROPIC ENVIRONMENT

Régulo Jiménez Guillen^{1*}, Maximino León Villegas², Humberto Hernández Hernández², Silvino Carrillo Pita²

¹Campo Experimental Iguala CIR-Pacífico Sur-INIFAP. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5 ,Méx. C.P. 40000. ²Centro de Estudios Profesionales CSAEGRO. *jimenez.regulo@inifap.gob.mx

RESUMEN

En el Campo Experimental Iguala, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en el Norte del Estado de Guerrero se estudiaron seis diferentes cultivares de Teocintle y cuatro de maíz, en dos etapas fenológicas (hoja bandera y grano lechoso), con el objetivo de evaluar sus componentes de rendimiento y el correspondiente rendimiento total. Los cultivares fueron establecidos en parcelas (8.0 m x 2.4m), manejándose tres repeticiones para cada uno, con distribución al azar. Dentro de cada etapa fenológica, se tomaron muestras, las cuales se deshidrataron para obtener datos en base materia seca y así estimar los rendimientos por área (tMS/ha). Variables evaluadas: rendimiento total, tallo, hoja, espiga, elote, materia muerta y relación hoja:tallo. En etapa de hoja bandera se encontraron diferencias significativas en Teocintle G-1 con 0.44 tMS/ha, siendo superior ($P < 0.05$) a todos los demás. En la etapa de grano lechoso, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), donde los maíces criollos tuvieron en promedio 11.12 t MS/ha, aunque en la variable espiga se mostraron diferencias no significativas ($P > 0.05$); Teocintle A-1 alcanzó un rendimiento total de 8.35 t MS/ha, superior ($P < 0.05$) a todos los otros Teocintles. En etapa de hoja bandera, no son tan acentuadas las diferencias entre cultivares de Teocintle y cultivares de maíz, situación que sí se hace más notoria en etapa de grano lechoso; conforme avanzan las etapas fenológicas, los cultivares de Teocintle, aumentan su rendimiento, pero en comparación con el maíz, siempre resultó inferior.

Palabras claves: Teocintle, maíz criollo, componentes del rendimiento, etapas fenológicas.

ABSTRACT

In the Iguala Experimental Station of the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP), located in the North of the Guerrero State, six different cultivars of teosinte and four corn were studied in two phenological stages (flag leaf and grain milk), the aim was to evaluate their performance components and total yield. The cultivars were established in plots (8m x 2.4m), using three replicates for each replicate in randomized design. Within each phenological stage, samples were taken, which were dehydrated to get data in dry matter and thus estimate yields for area (t DM / ha). Variables evaluated: total yield, stem, leaf, spike, cob, dead material and leaf:stem. In flag leaf stage significant differences in Teocintle G-1 with 0.44 ton DM/ha were found, it was higher ($P < 0.05$) than all the others. In the milky stage, significant differences ($P < 0.05$) were obtained. Native corns obtained on average 11.12 ton DM / ha, while in the spike variable was not significant ($P > 0.05$); Teocintle A-1 reached a total yield of 8.35 ton DM / ha, higher ($P < 0.05$) for all other teosintles. In flag leaf stage, are not as pronounced differences between cultivars of teosinte and maize cultivars; but the differences were more noticeable in milky stage; as phenological stages progress, teosinte cultivars, they increase their yields, but compared to corn, always lower yields were obtained.

Key words: Teocintle, native corn, yield components, phenological stages.

INTRODUCCIÓN

El teocinte (*Zea mays sp mexicana* L) es una gramínea distribuida en América conocida

por su parentesco con el maíz (*Zea mays sp* L). El teocintle es una especie silvestre distribuida en diferentes lugares del Estado

de Guerrero, donde se desconoce su rendimiento y su uso para la alimentación del ganado. En algunas localidades es considerado como maleza, pero también se reconocen ventajas como: resistencia a enfermedades y plagas que atacan al maíz. El teocintle posee un alto potencial como recurso forrajero; sin embargo, la información existente acerca de su rendimiento y calidad nutricional es muy limitada. La mayor parte de los trabajos relacionados al teocintle están enfocados en caracterización, evolución y mejoramiento del maíz cultivado; pero existe poca información relacionada con el comportamiento bajo condiciones de manejo similares a las del maíz (Benavides 2012). El objetivo del presente trabajo es la evaluación del rendimiento total y cada componentes (ton/ha^{-1}) del teocintle y maíz en base materia seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Campo Experimental Iguala, dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicada en la carretera Iguala – Tuxpan km 2.5. En la región norte del Estado de Guerrero, en las coordenadas $99^{\circ} 33' 00''$ longitud oeste y $18^{\circ} 22' 00''$ latitud norte y a una altura de 635 msnm. Para el presente trabajo se utilizaron seis cultivares de Teocintle (Teocintle B-1, Teocintle Huit A-1, Teocintle C-1, TeocintleA-1, Teocintle Telo B-1 y Teocintle

G-1), y cuatro cultivares de maíz (V-559, H-565, y 2 maíces criollos). Dentro de las actividades realizadas, se hizo la preparación del terreno eliminando la maleza, posteriormente se realizó un barbecho a una profundidad de 30 cm aproximadamente; una vez barbechado se dieron dos pasos de rastray el surcado del terreno a una distancia entre surco de 0.80 m. La siembra se realizó a una distancia entre mata de 0.20 m cubriendo un total de 40 matas por surco. Las semillas maíz emergieron cinco días después de la siembra, mientras que el Teocintle siete días después. Se realizó resiembra para la recuperación de la densidad de población, también se le hizo el aclareo dejando una planta por mata. El control de maleza se hizo de forma manual y para el control de plagas se utilizó Foley y Pounce granulado. Se llevó a cabo una fertilización durante el periodo y desarrollo de la planta, la fórmula de N 60 - P 40 - K 00. La evaluación, se realizó en la época de lluvia (junio-octubre), estableciendo las parcelas el 15 de julio de 2014, abarcando dos periodos fenológicos de evaluación (hoja bandera y grano lechoso). Para la evaluación, se formaron 3 repeticiones con 10 tratamientos cada uno, formando un total de 30 parcelas con una superficie 8 m de largo y 2.40 m de ancho. Para la toma de datos se ocuparon cinco plantas por etapa fenológica. El diseño experimental utilizado en la presente investigación fue completamente al azar.

Modelo estadístico asociado al diseño:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

T_i = Efecto del tratamiento i.

E_{ij} = Error aleatorio

Se realizó un registro de los datos obtenidos de las diferentes variables de respuestas de las cinco plantas que se ocuparon en las dos etapas fenológicas, las variables de respuestas fueron: rendimiento de tallo, rendimiento de hoja, rendimiento de espiga, materia muerta, relación hoja:tallo, rendimiento elote y rendimiento total todo en base a materia seca (tMS/ha). Las plantas fueron cortadas a nivel del suelo, se pesó el total de biomasa y se separaron todos los componentes, las cuales también se pesaron y posteriormente se le tomó una muestra de cada componente que fueron llevados a la estufa para deshidratar calcular su peso en base seca para y determinar rendimiento (tMS/ha). Para todos los componentes se le determinó su rendimiento en base a MS, para

el rendimiento total se sumaron los rendimientos de cada componente, y para la relación hoja:tallo, se estimó la relación dividiendo el rendimiento de hoja entre el rendimiento de tallo. Todos los análisis estadísticos fueron se realizaron con el sistema SAS y las pruebas de media de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente estudio en la primera etapa de evaluación, el rendimiento total y los componentes hubo diferencias no significativas ($P > 0.05$), a excepción del componente materia muerta ($P < 0.05$) (Cuadro 1), donde hubo un mayor aporte de MS para el tratamiento Teocintle G-1 con un rendimiento de $0.4466 \text{ ton/ha}^{-1}$.

Cuadro 1. Comparación de medias para cada uno de los componentes y el rendimiento total del maíz y Teocintle en la etapa hoja bandera.

| Cultivares | Rendimiento (tMS/ha) | | | | Relación hoja:tallo | Rendimiento total (tMS/ha) |
|-----------------------|----------------------|--------|--------|----------------|---------------------|----------------------------|
| | Tallo | Hoja | Espiga | Materia muerta | | |
| Teocintle B-1 | 0.63 a | 1.04 a | 0.00 a | 0.21 bc | 1.69 a | 1.88 a |
| TeocintleHuit A-1 | 0.55 a | 0.74 a | 0.08 a | 0.12 bcd | 1.32 a | 1.51 a |
| Teocintle C-1 | 0.71 a | 1.42 a | 0.01 a | 0.07 cd | 1.92 a | 2.21 a |
| Teocintle A-1 | 1.44 a | 1.83 a | 0.04 a | 0.26 b | 1.27 a | 3.58 a |
| TeocintleTelo B-1 | 0.45 a | 0.54 a | 0.07 a | 0.22 bc | 1.22 a | 1.30 a |
| Teocintle G-1 | 1.24 a | 1.47 a | 0.00 a | 0.44 a | 1.16 a | 3.16 a |
| Maíz criollo toro | 1.62 a | 1.27 a | 0.07 a | 0.00 d | 0.78 a | 2.97 a |
| Maíz V-559 | 0.50 a | 0.85 a | 0.00 a | 0.00 d | 1.83 a | 1.35 a |
| Maíz criollo amarillo | 1.07 a | 0.98 a | 0.00 a | 0.00 d | 1.02 a | 2.04 a |
| Maíz H-565 | 1.28 a | 1.24 a | 0.21 a | 0.00 d | 1.04 a | 2.75 a |

Urbiola y Moreno (2013), en su trabajo transferencia de tecnología para la producción y ensilaje de forrajes tiernos, determinaron el rendimiento del maíz en base fresca en la etapa hoja bandera un total de 35 a 49 t/ha, datos superior al presente trabajo, estas diferencias son porque en el trabajo de Urbiola y Moreno, las siembra fueron de doble hilera, además que el rendimiento está en base a materia fresca. Rojas (2010) Determinó materia seca

en la lámina foliar y tallo del Teocintle en diferentes etapas fenológicas con 7.1×10^{-05} y 0.0466 tMS/ha respectivamente, datos inferiores a esta investigación.

Los resultados de la segunda etapa grano lechoso se obtuvieron los siguientes datos. Para el rendimiento de tallo los tratamientos de mayor rendimiento son el Maíz criollo toro y el Maíz criollo amarillo con rendimiento promedio de $5.44 \text{ ton MS/ha}^{-1}$,

los tratamientos de menor rendimiento son, Teocintle B-1, Teocintle Huit A-1 y Teocintle Telo B-1 con rendimiento promedio de 1.3233 ton MS/ha⁻¹, y los tratamientos con rendimiento intermedio

son, Teocintle C-1, Teocintle A-1, Teocintle G-1, Maíz V-559 y Maíz H-565 con rendimiento promedio de 3.00 ton MS/ha⁻¹. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias para cada uno de los componentes y el rendimiento total del maíz y Teocintle en la etapa de evaluación grano lechoso.

| Cultivares | Rendimiento (tMS/ha) | | | | | | Rendimiento total |
|-----------------------|----------------------|----------|--------|----------------|----------|---------------------|-------------------|
| | Tallo | Hoja | Espiga | Materia muerto | Elote | Relación hoja:tallo | |
| Teocintle B-1 | 1.79 b | 0.37 bc | 0.14 a | 0.66 abc | 0.70 cd | 0.21 c | 3.67 cd |
| TeocintleHuit A-1 | 1.24 b | 0.37 bc | 0.16 a | 0.49 abc | 0.32 d | 0.29 bc | 2.59 cd |
| Teocintle C-1 | 2.30 ab | 0.33 bc | 0.09 a | 0.77 abc | 0.42 c | 0.18 c | 3.91 bcd |
| Teocintle A-1 | 4.13 ab | 1.15 abc | 0.21 a | 1.13 a | 1.71bcd | 0.28 bc | 8.35 abcd |
| TeocintleTelo B-1 | 0.93 b | 0.17 c | 0.07 a | 0.51 abc | 0.21 d | 0.19 c | 1.91 d |
| Teocintle G-1 | 2.37 ab | 0.80 abc | 0.26 a | 0.98 ab | 0.38 d | 0.35 abc | 4.80 abcd |
| Maíz criollo toro | 5.50 a | 1.95 a | 0.27 a | 0.46 abc | 3.86 abc | 0.35 abc | 12.06 a |
| Maíz V-559 | 2.60ab | 1.37 abc | 0.20 a | 0.09 c | 6.88 a | 0.52 a | 11.15 ab |
| Maíz criollo amarillo | 5.38 a | 1.71 a | 0.27 a | 0.40 bc | 3.75 abc | 0.33 abc | 11.52 a |
| Maíz H-565 | 3.63 ab | 1.52 ab | 0.19 a | 0.29 bc | 4.09 ab | 0.42 ab | 9.74abc |

Para el rendimiento de hoja destacan nuevamente los dos maíces criollos con rendimiento promedio de 1.83 ton MS/ha⁻¹, los tratamientos de menor rendimiento son Teocintle B-1, Teocintle Huit A-1, Teocintle C-1 y Teocintle Telo B-1 con rendimiento promedio de 0.31 y los tratamientos con rendimiento intermedio son Teocintle A-1, Teocintle G-1, Maíz V-559 y Maíz H-565 con rendimiento promedio de 1.21 ton MS/ha⁻¹. Para el caso de la espiga no se encontró diferencias significativas en ninguno de los tratamientos evaluados. En el componente materia muerto se encontró que el Teocintle A-1 es el de mayor aporte de MS con un total de 1.13 ton/ha⁻¹, mientras que los demás tratamientos fueron inferiores a esta. Para el rendimiento de elote sobresale el Maíz V-559 con un rendimiento 6.88 ton MS/ha⁻¹, todos los Teocintles tuvieron el menor rendimiento probablemente debido al tamaño de los elotes comparado con el maíz. Para la variable relación hoja:tallo, el mayor valor se encontró en el Maíz V-559 con 0.5200, lo que indica que por cada ton MS/ha⁻¹ de tallo hay un total de 0.52 ton

MS/ha⁻¹ de hoja. Para el rendimiento total los más sobresaliente fueron los dos maíces criollos con rendimiento promedio de 11.79 ton MS/ha⁻¹, los tratamientos con rendimiento inferior son todos los tratamientos de Teocintles con un promedio de 3.59 ton MS/ha⁻¹, y los intermedio son Maíz V-559 y Maíz H-565 con rendimiento promedio de 10.44 ton MS/ha⁻¹. Se destacan en el rendimiento total los teocintles A-1 con un rendimiento de 8.5 toneladas y el G-1 con 4.8 ton, rendimientos similares a los maíces.

García (2009) evaluó la caracterización forrajera del maíz en asociación con mucuna 10 días antes del grano lechoso, durante la etapa grano lechosos y 10 días después del grano lechoso en el cual determinó un rendimiento total de 10 y 11 ton MS/ha⁻¹ para el maíz y asociado con mucuna, comparado con datos de este estudio con promedio de 11.12 ton MS/ha⁻¹ se consideran similares. Benavides *et al.*, (2012), en su trabajo potencial forrajero del teocintle, determinó el rendimiento total con un promedio de 7.70 ton MS/ha dato superior al

presente trabajo con rendimiento promedio de 4.21 ton MS/ha⁻¹, sin embargo el Teocintle A-1 con rendimiento de 8.3500 ton MS/ha superior a los datos de Benavides. El rendimiento del Maíz V-565 en esta investigación, fue inferior al observado por Castro (2014), quien obtuvo rendimiento de 17.30 ton/ha⁻¹, estas diferencias se deben probablemente a la densidad de población, porque la distancia entre planta es de 11 cm para Castro, mientras que en el presente trabajo es de 20 cm entre plantas.

Respecto al Teocintle, Benavides *et al.* (2011) en un estudio realizado por Teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis y Benz), obtuvo una producción de 70 y 90 ton/ha⁻¹ por año en peso fresco, datos superior al promedio de los Teocintle en una sola etapa de evaluación (grano lechoso), estas diferencias se deben a que en la investigación de Benavides los rendimientos son en base fresca, además su periodo de evaluación fue de una año; mientras que en esta investigación se reportan los rendimientos en materia seca y el periodo, no superó los tres meses.

CONCLUSIONES

Los rendimientos de forraje seco depende de la etapa fenológica en la que se encuentren los cultivares, tanto de maíz como el Teocintle. Se recomienda usar estos recursos forrajeros en etapa de grano lechoso. Los rendimientos de algunos teocintles (Teocintle A-1 y Teocintle G-1) pueden ser una alternativa forrajera, porque sus rendimientos pueden ser similares al maíz. Los teocintles se recolectaron en ambientes secos y suelos pobres; se podría aprovechar esta adaptación para su empleo en terrenos marginales. Se sugiere investigar el uso de

teocintles con mayores densidades que el maíz, para determinar su potencial forrajero bajo otras condiciones.

LITERATURA CITADA

- Castro S., V.A. 2014. Rendimiento de forraje y algunas características de tipo forrajero en seis variedades de maíz, bajo condiciones de riego. Tesis de Licenciatura. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula Gro., México. 70 p.
- García V. A. Caracterización forrajera de maíz sólo y en asociación con mucuna en diferentes periodos de corte. Tesis de licenciatura. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Cocula, Gro., México. 78 p.
- Benavides G. A.; Morán C., J. C.; Cisne C. J.; García M. D.; Martínez C. D.; Rocha M. L.; Mendieta A. B. 2012. Potencial forrajero del Teocintle anual. Revista científica La Calera. 12:19 81-85.
- Benavides G. A.; Morán C., J. C.; Loáisiga C. C.; Calero G. C.; José M. J.; Tapia L. E.; Cisne C. J.; Querol L. D. 2011. Caracterización y potencial forrajero del Teocintle anual (*Zea nicaraguensis* Iltis y Benz), Biodiversidad y Ecoturismo en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), Chinadenga. The International Treaty. 18-19.
- Rojas V. N. J. 2010. Transferencia de tecnología para la producción y ensilaje de forrajes tiernos. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Montecillo, Texcoco, Edo., de México. 76 p.
- Urbiola V. G. y Moreno A. M. 2013. Transferencia de tecnología para la producción y ensilaje de forrajes tiernos. Fundación Hidalgo Produce, A.C. Hidalgo. 24 p.

CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Eysenhardtia texana* EN CUATRO DIFERENTES AMBIENTES DE LUZ

PLANT GROWTH OF *Eysenhardtia texana* UNDER FOUR DIFFERENT LIGHT ENVIRONMENTS

Saúl Vásquez Montes¹, Federico Villarreal Guerrero^{1*}, Raúl Corrales Lerma¹, Angélica Cervantes Trejo¹, Ricardo David Valdez Cepeda², Marusia Rentería Villalobos¹.

¹ UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología. Km 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México..² Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Norte. Clez Cruz del Sur 100, Col. Constelación. CP 98085, Zacatecas, Zac., México. *fvillarreal@uach.mx

RESUMEN

Eysenhardtia texana tiene buena calidad forrajera y se puede usar en la revegetación de agostaderos; sin embargo, el proceso de producción de planta es largo debido a su lento crecimiento. El objetivo del experimento fue evaluar el efecto de cuatro ambientes de luz sobre el crecimiento de plántulas de *Eysenhardtia texana*. Éstos fueron: ambiente de luz roja, azul, verde y un control. En cada uno de los ambientes se colocaron 9 plántulas de 15 días de edad. En todas las plántulas se midió altura inicial y posteriormente se midió su altura semanalmente. Los datos de crecimiento correspondiente a un periodo de 22 días se analizaron mediante análisis de varianza con el procedimiento GLM y prueba de medias de Tuckey ($\alpha=0.05$). El ambiente de luz tiene un efecto significativo ($P<0.0011$) sobre el crecimiento de plántulas de *Eysenhardtia texana*. La luz roja favorece un mayor crecimiento ($P<0.05$) que los otros tres ambientes de luz evaluados.

Palabras clave: Restauración ecológica, conservación y mejoramiento de agostaderos, zonas áridas, arbusto forrajero, especies nativas.

ABSTRACT

Eysenhardtia texana has good forage quality and then can be used for rangeland revegetation; however, plant production process requires long time because of their slow growth. The aim of the experiment was to evaluate the effect of four light environments on the growth of *Eysenhardtia texana*. These were: red light, blue light, green light environments and a control. In each treatment, 9 plants were involved. On these 15 days-old plants, measurements of initial and weekly heights were recorded. Data of growth during 22 days were used to perform an analysis of variance with the GLM procedure and a mean Tukey test ($\alpha = 0.05$). The environment of light has a highly significant effect ($P < 0.0011$) on plant growth of *Eysenhardtia texana*. Red light environment effect was statistically higher ($P < 0.05$) than the other three light environments evaluated.

Key words: Ecological restoration, rangelands conservation and improvement, arid lands, fodder shrubs, native species.

INTRODUCCIÓN

La revegetación con plantas nativas es un método para el mejoramiento de agostaderos deteriorados. En áreas de matorrales, las especies arbustivas son la principal fuente de alimentación. Los matorrales que sustentan la alimentación del ganado y fauna silvestre presentan un déficit de especies clave para la producción de forraje. El conocimiento sobre el ambiente que favorece el crecimiento y

desarrollo de especies de matorrales clave para la alimentación del ganado es de gran relevancia para contribuir a un incremento de producción.

Eysenhardtia texana es un arbusto presente en las comunidades de matorrales que tiene un rol importante en la dieta del ganado y fauna silvestre (Ramírez-Lozano, 2012; Selmi *et al.*, 2013). Esta especie es de un

gran valor forrajero representado por un 26% de proteína cruda en estado de floración y tiene potencial para usarse en programas de revegetación (Vásquez *et al.*, 2012). Además, esta especie pudiera tener potencial para ser cultivada con riegos de auxilio como es el caso de otras especies arbustivas (Vásquez y Guigón, 2007)). El conocimiento de las condiciones ambientales favorables para esta especie puede contribuir a un mejor establecimiento e incrementar su producción.

Una de las limitaciones para la producción de arbustos forrajeros es el lento crecimiento de la planta; entonces, el medio ambiente es un factor determinante. Un crecimiento acelerado de plantas favorece la producción de forraje. De los factores del medio ambiente, la radiación juega un papel fundamental en la asimilación de nutrientes por medio de la fotosíntesis.

La respuesta de las plantas depende de la calidad de la luz, ya que ésta no sólo es la fuente de energía para la fotosíntesis sino también un regulador de procesos fisiológicos (Casierra-Posada, 2012; Ganguly *et al.*, 2014). Los diferentes colores del espectro visible tienen efecto diferente en la actividad fotosintética y por lo tanto, en la velocidad de crecimiento de las plantas (Chung-Liang y Kuan-Pi, 2014). Además, si esta especie tiene potencial de domesticación, es importante generar conocimiento sobre las condiciones ambientales, entre ellas las de radiación, que mejoran la velocidad de crecimiento de esta especie. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de cuatro ambientes de luz sobre el crecimiento del arbusto *Eysenhardtia texana*. La finalidad es incrementar la velocidad de crecimiento para lograr producir en un menor tiempo plantas de este arbusto para la revegetación en agostaderos deteriorados y generar

conocimiento sobre los ambientes de luz que favorecen en mayor medida el crecimiento de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un invernadero con dimensiones de 12 x 5 x 3.5 m de largo, ancho y alto, respectivamente, localizado en la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Para producir los ambientes de luz se construyeron tres mini invernaderos (MinInv) con dimensiones de 0.75 x 1 x 0.5 m de alto, largo y ancho, respectivamente. Los MinInv fueron colocados dentro del invernadero y cubiertos con papel celofán de color rojo, azul y verde. El invernadero contaba con una cubierta de polietileno. Dentro de cada MinInv se colocaron tres macetas con tres plántulas cada una (9 plántulas). Fuera de los MinInv y dentro del invernadero se colocaron 9 plántulas adicionales que sirvieron como tratamiento control. Plántulas de 15 días después de la emergencia fueron usadas.

Para el cultivo de las plántulas se utilizaron bolsas de polietileno negro con 15 cm de diámetro y 19 cm de altura. Las bolsas fueron llenadas con 0.0025 m³ (2.5 l) de volumen de suelo. El sustrato utilizado fue suelo de monte (Rancho Experimental "La Campana"). Los riegos se realizaron cada tercer día para asegurar humedad y evitar estrés hídrico en las plantas.

Para el registro de las condiciones ambientales, dentro de cada MinInv y en el invernadero fue colocada una sonda de temperatura y humedad relativa (Vaisala HMP60, Woburn, MA, USA; 0.6°C, 3%). Todas las sondas fueron sombreadas y aspiradas para evitar errores de medición por radiación. Las variables ambientales mencionadas anteriormente fueron escaneadas cada segundo, promediadas por

minuto y se registraron en un dispositivo de adquisición y almacenamiento de datos (CR1000, Campbell Scientific, Inc.).

Las plantas se ubicaron dentro de cada MinInv el 13 de mayo de 2015. Las 9 plántulas ubicadas dentro de cada ambiente de luz fueron distribuidas completamente al azar. El período de estudio fue de 22 días. Las alturas de las plantas fueron registradas al inicio del experimento y mediciones posteriores de dicha variable fueron llevadas a cabo cada semana.

Los datos de crecimiento fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANDEVA) por

medio del Paquete Estadístico SAS Ver. 9.0, mediante el Procedimiento GLM (modelo lineal general). También, la prueba de media de Tukey ($\alpha=0.05$) fue realizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios de temperatura y humedad relativa del aire durante éste período se presentan en el cuadro 1. Como se puede observar, los cuatro tratamientos tienen estimadores con diferencias mínimas para esas variables climáticas. Por lo tanto, el supuesto es que en las condiciones experimentales, las diferencias de crecimiento de las plantas pueden deberse al factor luz.

Cuadro 1. Promedios de temperatura (T) y humedad relativa (HR) del aire durante el desarrollo de las plántulas de *Eysenhardtia texana* en diferentes ambientes de luz.

| Tratamiento (Ambiente) | T med °C | T max °C | T min °C | HR med % | HR max % | HR min % |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Luz Roja | 30.6 | 53.6 | 12.3 | 23.7 | 75.9 | 5.4 |
| Luz Azul | 31.4 | 54.5 | 12.7 | 25.1 | 73.7 | 6.2 |
| Luz Verde | 31.0 | 54.6 | 12.3 | 24.9 | 73.3 | 5.4 |
| Control | 28.9 | 52.5 | 10.8 | 23.1 | 69.9 | 4.9 |

El crecimiento total alcanzado por las plántulas en el período de estudio se muestra en el cuadro 2. De acuerdo a los resultados del ANDEVA y la Prueba de Tukey, una diferencia significativa ($P<0.0011$) entre

tratamientos fue apreciada. Esto indica que existió un efecto significativo de los ambiente de luz en el crecimiento de las plántulas de *Eysenhardtia texana*.

Cuadro 2. Crecimiento (en cm) de plántulas de *Eysenhardtia texana* en diferentes ambientes de luz durante el periodo experimental.

| No. de plántula | Ambiente de luz | | | Control |
|-----------------|-----------------|------|-------|---------|
| | Roja | Azul | Verde | |
| 1 | 4.5 | 2.5 | 3 | 3.5 |
| 2 | 7 | 6.5 | 3.5 | 3 |
| 3 | 4 | 6 | 4.5 | 4.5 |
| 4 | 9 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| 5 | 11.5 | 6.5 | 3 | 8 |
| 6 | 13.5 | 6.5 | 5.5 | 2 |
| 7 | 6.5 | 4 | 6 | 6 |
| 8 | 10 | 6 | 3.5 | 6.5 |
| 9 | 9.5 | 7 | 4 | 7.5 |
| Media | 8.4 | 5.5 | 4.2 | 5.1 |

El valor del coeficiente de variación que resultó del análisis de varianza fue de

36.34%. Esto indica que existió una gran variabilidad entre los individuos (plantas)

usados en el experimento. Es probable que esta variabilidad se deba al origen silvestre de las plantas. En el ambiente natural donde se encuentra esta especie (clima seco) es común encontrar una gran variabilidad entre individuos. Esta variabilidad genética les

permite adaptarse con mayor éxito a dicho ambiente.

De acuerdo a la prueba de Tukey, el crecimiento correspondiente al ambiente de luz roja fue significativamente mayor ($P < 0.05$) que el del resto de los tratamientos (Figura 1).

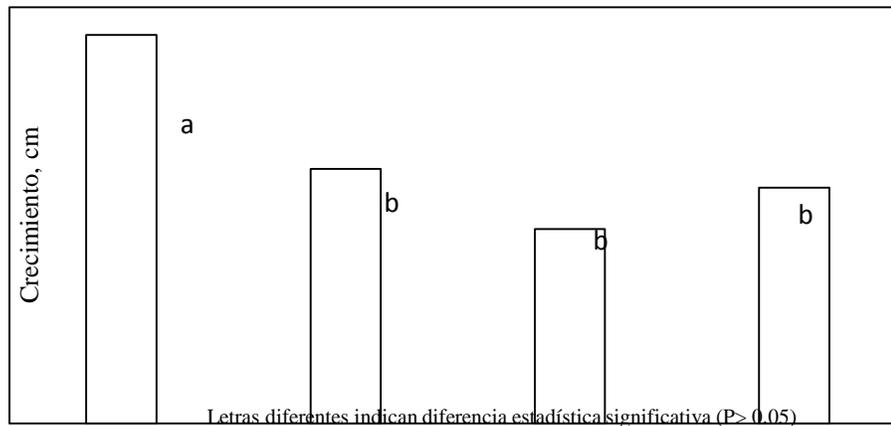


Figura 1. Medias del incremento en el crecimiento de *Eynsenhardtia texana* en diferentes ambientes de luz para el periodo 13 de mayo-4 de junio de 2015.

Los rangos (media ± error estándar) de crecimiento de las plantas por ambiente fueron: luz roja, 8.39 ± 0.7 cm; luz azul, 5.5 ± 0.7 cm; luz verde, 4.17 ± 0.7 cm; y control, 5.06 ± 0.7 cm ($P < 0.0001$). Estos resultados sugieren que *Eynsenhardtia texana* responde de manera diferenciada a los diversos tipos de luz. En este caso, la luz roja favorece un mayor crecimiento. El crecimiento de esta especie en etapa de plántulas implica que el tiempo y, consecuentemente, los recursos que se requieren para producir una plántula pueden reducirse. Esto se logra al producir plantas con un tamaño específico para su traslado a campo en menor tiempo.

CONCLUSIONES

El factor luz tiene un efecto significativo ($P < 0.0011$) sobre el crecimiento de plántulas de *Eynsenhardtia texana*. El efecto positivo del ambiente de luz roja fue mayor ($P < 0.05$)

que el de los otros tres ambientes de luz involucrados. Estudios futuros pudieran encausarse a identificar y caracterizar la calidad y la cantidad de luz que maximiza el crecimiento de esta especie. Asimismo, el análisis del ahorro de recursos mediante su producción debe ser considerado.

LITERATURA CITADA

- Casierra-Posada, F., P. J. Nieto y C. Ulrichs. 2012. Crecimiento, producción y calidad de flores en calas (*Zantedeschia aethiopica* (L.) K. Spreng) expuestas a diferente calidad de luz. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 15(1): 97-105.
- Ganguly, S., R. R. Nemani, F. Baret, J. Bi, M. Weiss, G. Zhang, C. Milesi, H. Hashimoto, A. Samanta, A. Verger, K. Singh y R. B. Myneni. 2014. Green Leaf Area and Fraction of Photosynthetically Active Radiation Absorbed by

Vegetation. Springer Remote Sensing/Photogrammetry. 1(1):43-61.

Chung-Liang, Ch., y Kuan-Pi, Ch. 2014. The growth response of leaf lettuce at different stages to multiple wavelength-band light-emitting diode lighting. *Scientia Horticulturae*. 179 (2014) 78-84.

Ramírez-Lozano, R. G. 2012. Alimentación del venado cola blanca. *Biología y ecología nutricional*. Eds. Palibrio. Bloomington, IN.

Selmi, H., Z. Abdelwahed, A. Rouissi, B. Jemmali, L. Tayachi, M. Amraoui y H. Rouissi. 2013. Preliminary nutritional characterization of some shrubs (*Atriplex halimus*, *Acacia cyanophylla*, *Medicago arborea*, *Opuntia ficus indica*) from the north of Tunisia. *International Journal of Research in Agriculture and Food Sciences*. 1(1):36-39.

Vásquez, M.S. y Guigón, L.C. 2007. Producción y calidad de forraje de una plantación de carnero (*Dalea frutescens*) y su eficiencia en el uso del agua. *Memorias del XVII Congreso Nacional de Investigación Tecnológica Agropecuaria*. Octubre 2007. Zinacatlan, Pue. México.

Vásquez, M.S., Domínguez, C.H. y Figueroa, R.J. 2012. Nutritional quality of native forage shrubs of south central Chihuahua. 17th. *Wildland Shrub Symposium: Humans in changing landscapes*. May 2012. Las Cruces, New Mexico, E.U.

EFFECTO DEL ESTRÉS OSMÓTICO EN LA GERMINACIÓN DE *Yucca elata* Y *Menodora scabra*, DOS ESPECIES NATIVAS DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE

EFFECT OF OSMOTIC STRESS ON GERMINATION OF *Yucca elata* AND *Menodora scabra*, TWO NATIVE PLANT SPECIES OF THE CHIHUAHUAN DESERT

David Eduardo Prado Tarango¹, Alicia Melgoza Castillo², Ricardo Mata-González³, Federico Villarreal Guerrero^{2*}

¹Posgrado de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología. ²Departamento de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Perif. Francisco R. Almada km 1, Chihuahua, Chihuahua. México. ³Department of Animal and Rangeland Science, Oregon State University. USA. *fvillarreal@uach.mx

RESUMEN

La propagación de plantas es esencial para la restauración de ecosistemas degradados. Las zonas áridas presentan especies vegetales altamente resistente a la sequía como *Yucca elata* y *Menodora scabra*. Es generalmente aceptado que como parte del cambio climático, la sequía puede intensificarse en duración y frecuencia. Por lo tanto, se evaluó la germinación de estas dos especies bajo diferentes niveles de estrés osmótico para determinar su respuesta a diferentes niveles de humedad. En las dos especies la germinación se redujo a medida que se incrementó el estrés osmótico, pero en *Y. elata* no se presentó inhibición (13 % germinación) a -1.5 MPa mientras que en *M. scabra* si presento inhibición (0 % germinación) a este potencial osmótico. Estas respuestas muestran que la germinación de *Y. elata* es menos afectada por la sequía que la germinación de *M. scabra*. Esto representa diferentes potencialidades de manejo en programas de restauración ecológica. Mientras que *Y. elata* pudiera tener éxito germinando directamente en el suelo bajo estrés de sequía, *M. scabra* pudiera establecerse trasplantándola en etapa de plántula o con el uso de nodrizas en campo.

Palabras clave: manitol, germinación, plantas nativas, propagación, zonas áridas.

ABSTRACT

Plant propagation is essential for the restoration of degraded ecosystems. Arid zones have drought resistant plant species such as *Yucca elata* and *Menodora scabra*. It is widely accepted that with climate change, drought can increase in intensity and frequency. Therefore, we conducted a germination study to test these two native plant species of the Chihuahuan desert under different levels of osmotic stress and to determine their response under different levels of drought. In both species germination was negatively affected by the increasing levels of drought, but the germination of *Y. elata* was not inhibited (13 % of germination) even at -1.5 MPa while germination of *M. scabra* was inhibited (0 % germination) at this osmotic potential. These responses show germination of *Y. elata* is less affected by drought than germination of *M. scabra*. Therefore, this represents different potential alternatives of reproduction in restoration programs for these species. While *Y. elata* may be successfully reproduced by seed under dry field conditions *M. scabra* may require seedling production and field transplant or the use of nursing plants in the field.

Key words: Mannitol, germination, native plants, propagation.

INTRODUCCIÓN

Yucca elata (palma) y *Menodora scabra* (menodora) son dos especies de plantas nativas de las zonas áridas del desierto Chihuahuense. La primera especie tiene diversos usos locales como elaboración de jabones y fibras (Ramírez-Tobías *et al.*,

2014). La segunda especie tiene excelente valor forrajero (Melgoza *et al.*, 2006). Estas características hacen que ambas especies sean importantes en la restauración.

Actualmente la pérdida de la vegetación es la característica más obvia en los

ecosistemas deteriorados (Melgoza *et al.*, 2007). Una forma de remediar estos ecosistemas degradados es mediante la resiembra de especies vegetales (Montalvo *et al.*, 2002; Petersen *et al.*, 2004). Comúnmente se han utilizado especies exóticas que pueden llegar a tener otras implicaciones menos deseables (Morales, 2001; Esqueda *et al.*, 2005). Una forma de prevenir esto es mediante la utilización de especies nativas (Burton y Burton, 2002).

El agua es uno de los factores más limitantes que tienen las semillas para poder germinar (Hu, 2013). En diversas especies, al incrementar la intensidad del estrés osmótico se reduce el porcentaje y velocidad de germinación (Daws *et al.*, 2008; Windauer, 2012; Sevik, 2015). Sin embargo, existen especies que a bajos niveles de humedad aún pueden presentar germinación (Zandy y Azarnivand, 2013). Así, es importante determinar las estrategias que tienen las especies nativas para germinar aún bajo condiciones de sequía. Una forma rápida de evaluar los requerimientos es mediante la utilización de agentes como manitol (Torabi y Niknam, 2011). Con base en esto se planteó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la germinación de semillas de estas dos especies de plantas nativas bajo diferentes niveles de estrés osmótico.

MATERIALES Y MÉTODOS

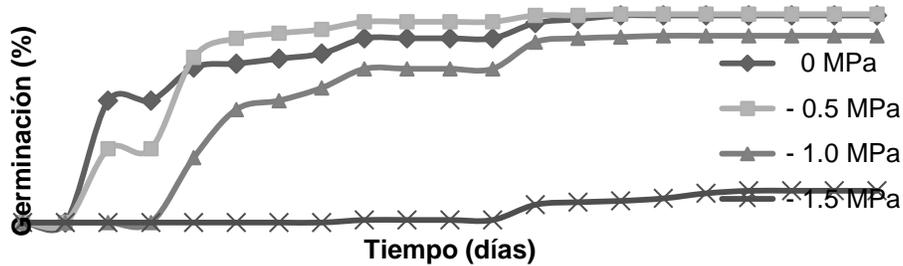
Semillas de *Y. elata* y *M. scabra* se utilizaron en este trabajo. Los niveles de estrés osmótico utilizados fueron 0 (testigo), -0.5, -1.0 y -1.5 MPa. Para obtener los niveles de estrés osmótico se utilizó manitol. Las semillas se colocaron en cajas Petri, a las cuales previamente se les había colocado papel secante como sustrato y la solución de manitol correspondiente al nivel de

humedad. Las cajas Petri se colocaron en una germinadora a 28 °C durante todo el experimento. Se utilizaron seis repeticiones por tratamiento y 30 semillas por repetición. Los conteos de semillas germinadas se realizaron de forma diaria por 21 días. Se consideró semilla germinada cuando la radícula presentaba 1 mm de largo. Al finalizar cada conteo se eliminó de forma manual cada semilla germinada con el fin de no alterar futuros conteos. La captura de datos se realizó en Excel y el análisis estadístico en SAS 9.1.3 (2006) con una prueba de ANOVA y comparación múltiple de medias de Tukey. Los porcentajes de germinación se transformaron en arcoseno antes de realizar el análisis estadístico para asegurar homogeneidad de varianza.

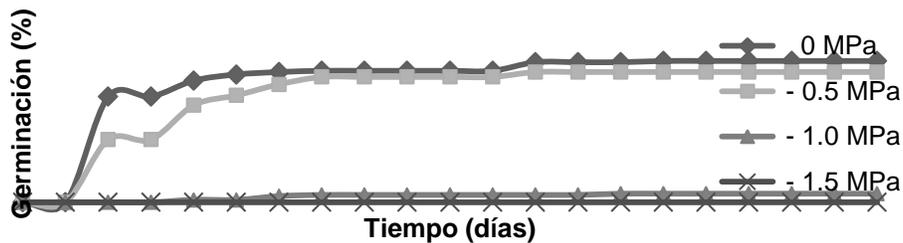
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, la germinación se presentó en los primeros días (3 a 4) en ambas especies (Figura 1). Esta respuesta es una estrategia común en plantas. En zonas áridas, la rápida germinación favorece el aprovechamiento de los períodos cortos de humedad (Tielborger y Prasse, 2009). La prueba de ANOVA detectó una diferencia entre estreses osmóticos en *Y. elata* ($P < .0001$) y *M. scabra* ($P = < .0001$). La *Y. elata* no presentó diferencia entre el testigo y el tratamiento de -0.5 MPa (Figura 2). A 0 MPa la germinación fue de 90 % y 91 % a -0.5 MPa. La germinación se reduce significativamente a los -1.0 MPa a pesar que se mantiene con un, 81 %. A pesar de que a -1.5 MPa la germinación decrece hasta un 13 %, es interesante que no se inhibe. Con base en los resultados, *Y. elata* es una especie que puede ser restaurada en campo a través de la siembra de semilla en campo, ya que germina en suelo aun cuando la humedad es limitada.

Figura 1. Porcentaje de germinación de (a) *Yucca elata* y (b) *Menodora scabra* en función al tiempo bajo 4 niveles de estrés osmótico.

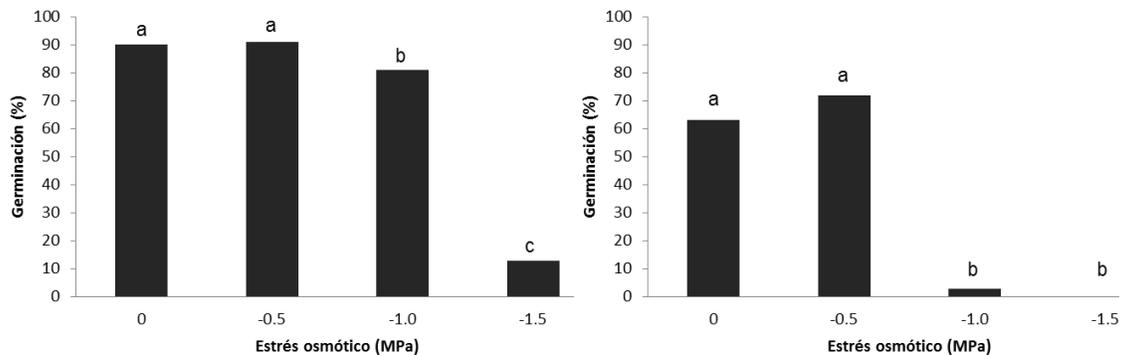


a



b

Figura 2. Comparación múltiple de medias de Tukey en (a) *Yucca elata* [$P < 0.0001$] y (b) *Menodora scabra* [$P < 0.0001$].



a

b

La germinación de *M. scabra* presentó mayor sensibilidad al estrés osmótico. Se encontró que los porcentajes de germinación del testigo y el tratamiento de -0.5 MPa no fueron significativamente diferentes, 63 % y 72 %, respectivamente. En esta especie, el

estrés osmótico reduce drásticamente la germinación, con un porcentaje de 0.3 % a -1.0 MPa y la inhibición a -1.5 MPa. Por lo que esta especie raramente podrá germinar en campo cuando la humedad es limitada.

La sensibilidad a la sequía es una adaptación que presentan las plantas para asegurar la supervivencia de las plántulas (Kermode, 2011). Algunas especies requieren de constante humedad, pero presentan estrategias para obtenerla y poder germinar aún sin intensas precipitaciones. Una de estas estrategias, es la creación de asociaciones con otras especies u objetos “nodriza” (Jankju, 2013). Esto puede brindar a la semilla y plántula protección y mayor humedad en el suelo al cubrir la radiación solar. Las plantas que son tolerantes a la sequía presentan otros tipos de estrategias como la rápida germinación (Verdú y Traveset, 2005). Esta estrategia favorece a las especies para aprovechar los cortos períodos de humedad. La estrategia probablemente esté relacionada con otras características como crecimiento rápido.

LITERATURA CITADA

Burton PJ; Burton CM. Promoting genetic diversity in the production of large quantities of native plant seed. *Ecol Res* 2002; 20(2): 117-123.

Daws MI; Crabtree LM; Dalling JW; Mullins CE; Burslem DF. Germination responses to water potential in neotropical pioneers suggest large-seeded species take more risks. *Ann Bot* 2008; 102(6): 945-951.

Esqueda MH; Melgoza A; Sosa M; Carrillo R; Jiménez J. Emergencia y sobrevivencia de gramíneas con diferentes secuencias de humedad-sequía en tres tipos de suelo. *Tec Pecu Mex* 2005; 43(1):101-115.

Hu XW; Zhou ZQ; Li TS; Wu YP; Wang YR. Environmental factors controlling seed germination and seedling recruitment of *Stipa bungeana* on the Loess Plateau of northwestern China. *Ecol Res* 2013; 28(5): 801-809.

CONCLUSIONES

La Y. elata es una especie que se puede propagar a través de la siembra de semilla aún con baja humedad. Por otro lado, *M. scabra* fue más sensible al estrés osmótico. Esto implica que la siembra de semillas de esta especie en un programa de restauración no presentará establecimiento a menos de que se presente un año excepcionalmente húmedo. Por otro lado, la producción de plantas en vivero con riego es una opción, para posteriormente su trasplante en campo. Por lo que se recomienda realizar más estudios de germinación bajo el estrés de la falta de humedad en laboratorio y en campo con para la selección de especies resistentes para restauración.

Jankju M. Role of nurse shrubs in restoration of an arid rangeland: Effects of microclimate on grass establishment. *J Arid Environ* 2013; 89:103-109

Kermode AR. Seed dormancy: methods and protocols. Humana Press. New York; 2011.

Melgoza A; Morales C; Sierra J; Royo M; Quintana G; Lebgue T. Manual práctico para la identificación de las principales plantas de los agostaderos de Chihuahua. UGRCH-INIFAP-UACH-Fundación PRODUCE. Chihuahua, Chih; 2006.

Melgoza A; Ortega C; Morales C; Jurado P; Vélez C; Royo M. Propagación de plantas nativas para la recuperación de áreas degradadas: Opción para mejorar ecosistemas. *Tecnociencia* 2007; 1(3):38-41.

Montalvo AM; McMillan PA; Allen EB. The relative importance of seeding method, soil ripping, and soil variables

- on seeding success. *Restor Ecol* 2002; 10(1):52-67.
- Morales N. Establecimiento de pastos en agostaderos utilizando obras para captar agua de lluvia. Folleto Técnico Núm. 6 SAGARPA-FUNDACION PRODUCE-INIFAP; 2001.
- Petersen SL; Roundy BA; Bryant RM. Revegetation methods for high-elevation roadsides at Bryce Canyon National Park, Utah. *Restor Ecol* 2004; 12(2):248-257.
- Ramírez-Tobías H; Peña-Valdivia C; Trejo C; Aguirre J; Vaquera H. Seed germination of *Agave* species as influenced by substrate water potential. *Biol Res* 2014; 47(1):11.
- Sevik H; Cetin M. Effects of water stress on seed germination for select landscape plants. *Pol J Environ Stud* 2015; 24(2): 689-693.
- Tielborger K; Prasse R. Do seeds sense each other? Testing for density-dependent germination in desert perennial plants. *Oikos* 2009; 118(5): 792-800.
- Torabi S; Niknam V. Effects of iso-osmotic concentrations of NaCl and mannitol on some metabolic activity in calluses of two *Salicornia* species. *In Vitro Cell. Dev Biol Plan* 2011; 47(6):734-742.
- Verdú M; Traveset A. Early emergence enhances plant fitness: a phylogenetically controlled meta-analysis. *Ecol* 2005; 86(6):1385–1394.
- Windauer LB; Martinez J; Rapoport D; Wassner D; Benech-Arnold R. Germination responses to temperature and water potential in *Jatropha curcas* seeds: a hydrotime model explains the difference between dormancy expression and dormancy induction at different incubation temperatures. *Ann Bot* 2012; 109(1): 265–273.
- Zandi E; Azarnivand H. Effect of water stress on seed germination of *Agropyron Elongatum*, *Agropyron Desertourm* & *Secale Montanum*. *Desert Journal* 2013; 17(3): 249-253.

FENOLOGIA Y ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN CULTIVARES DE SORGO FORRAJERO EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO

PHENOLOGY AND GROWTH ANALYSIS OF

FORAGE SORGHUM CULTIVARS IN CENTRAL MEXICO'S PLATEAU

Alejandra Pérez Hernández¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo^{1*}, José Alberto Salvador Escalante Estrada¹, María Teresa Rodríguez González¹, Santiago Garduño Velázquez², Leonor Miranda Jiménez¹

¹Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Km 36.5, Carretera México-Texcoco, Estado de México. C.P. 56230.

²Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5, Carretera México-Texcoco. C.P. *queroadrian@hotmail.com

RESUMEN

El sorgo es el quinto cereal de importancia en el mundo, por volumen de producción y superficie cultivada; en México, es el cuarto cultivo de importancia en la producción de forraje, solo por abajo de maíz, avena y alfalfa. El objetivo fue determinar la fenología, producción de biomasa y análisis de crecimiento, en cuatro cultivares de sorgo forrajero: Caña Dulce, Silo Miel, Esmeralda y Fortuna. En el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo en 2014, se evaluó la biomasa total (BT) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC), bajo un diseño experimental bloques al azar, con cuatro repeticiones. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para BT y TCC entre cultivares; los mayores valores, se registraron en Caña Dulce y Silo Miel. Caña Dulce presentó mayor BT ($1,435 \text{ gm}^{-2}$); en contraste, Fortuna presentó la menor BT (424 gm^{-2}). Caña Dulce en el periodo 25-55 dds, presentó mayor TCC ($24.2 \text{ gm}^{-2}\text{día}^{-1}$) y Fortuna, la menor TCC ($5 \text{ gm}^{-2}\text{día}^{-1}$). Caña Dulce representa la mejor variedad para las condiciones de noches veraniegas de baja temperatura del Altiplano del Valle de México.

Palabras clave: *Sorghum* spp, fenología, producción de biomasa, tasa de crecimiento.

ABSTRACT

As a result of productivity and sowing area, sorghum production represents the fifth most important cereal crop in the world; in México, it is the 4th important crop for forage production, just below corn, oats, and alfalfa. In order to define crop phenology, biomass production and growth analysis in four forage sorghum varieties: Caña Dulce, Silo Miel, Esmeralda y Fortuna, the present study was performed. At the Colegio de Postgraduado's *Campus* Montecillo experimental area, during 2014, total biomass (BT) production and crop growth rate (TCC) analysis were evaluated under a randomized complete block design with four replications. Significant differences ($P < 0.05$) were observed for both BT and TCC among varieties; the higher values were showed by Caña Dulce and Silo Miel. Caña Dulce showed the highest BT ($1,435 \text{ g m}^{-2}$); on the contrary, Fortuna showed the lowest BT (424 gm^{-2}). Caña Dulce during the 25 to 55 days after sowing period showed the highest TCC ($24.2 \text{ gm}^{-2} \text{ d}^{-1}$) and Fortuna, the lowest TCC ($5 \text{ gm}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Caña Dulce represents the most productive variety for the cold summer nights within the Central Plateau of México.

Key words: *Sorghum* spp, phenology, biomass production, growth rate

INTRODUCCIÓN

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es una gramínea C_4 , que se utiliza para consumo humano y animal, originario de África y se siembra bajo condiciones de riego o lluvias estacionales. La producción de sorgo forrajero representa una alternativa

atractiva para ganaderos, ya que destaca por mayor adaptación y respuesta bajo condiciones limitantes. Puede consumirse directamente en pastoreo, henificado o ensilado. Estudios indican que la producción forrajera varía de 13 a 30 ton MS ha^{-1} (Bolaños *et al.*, 2012). En México, durante el

ciclo agrícola 2013, se sembraron 236 mil ha de sorgo forrajero con producción de 4.7 millones de t MS. Los principales estados productores, fueron Chihuahua (46 mil ha), Sinaloa (37 mil ha), Coahuila (35 mil ha) y Durango (26 mil ha)), representando 43% de la superficie cultivada, con rendimiento promedio de 20 t MS ha⁻¹ (SIAP, 2015). El análisis de crecimiento utiliza técnicas matemáticas para cuantificar la relación entre crecimiento vegetal (BT) y la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), la cual mide la ganancia en peso de una comunidad de plantas por unidad de área de suelo y de tiempo (Hunt *et al.*, 1984). En los valles altos la temperatura y disponibilidad de agua para el crecimiento y rendimiento de los cultivos limita la siembra a la segunda semana de abril, dada la probabilidad de heladas y el retraso de las lluvias hasta mediados de junio. Esto limita la duración del crecimiento y, en consecuencia, el rendimiento. El objetivo fue determinar el BT y TCC, en cuatro cultivares de sorgo forrajero: Caña Dulce, Silo Miel, Esmeralda y Fortuna, en Texcoco, Estado de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el área agrícola experimental del Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Texcoco, Edo. de México (19° 29' N, 98° 51' O, 2250 msnm), clima BS1, el menos seco de los áridos, lluvias en verano, temperatura media anual 14.6 °C, 559 mm de precipitación anual; suelo franco arcilloso, alcalino con pH 9.0, CE 3.44 dSm⁻¹ y MO 1.29%. La siembra se realizó el 23 de abril con riego para emergencia (lámina 18 cm). Los tratamientos consistieron en un cultivar local (Caña Dulce) y tres cultivares utilizados en Jalisco: Silo Miel, Esmeralda y Fortuna, todos forrajeros. Las unidades experimentales estuvieron constituidas de cinco surcos de 5 m de longitud y, como parcela útil, se tomaron tres surcos centrales

de 3m. El diseño experimental fue bloques al azar, con cuatro repeticiones. Veinticinco días después de la siembra (dds), se realizó aclareo, para lograr una densidad de 17 plantas por m⁻²; 40 dds, se fertilizó durante el aporque, a razón de 80 kg N ha⁻¹. Durante el desarrollo del cultivo se registró la temperatura semanal máxima (T máx °C) y mínima (T min °C) y la suma semanal de la precipitación (pp; mm).

Variables de crecimiento

Mediante muestreos periódicos y destructivos de tres plantas por unidad experimental, a 25, 55, 85, 115 y 145 dds, se registró la producción de biomasa (BT) con base a materia seca (MS). El peso de MS se obtuvo al colocar el material vegetal cosechado en estufa de circulación forzada de aire, a 80 °C, por 72 h. Los cálculos se realizaron para las diferentes fechas de corte: 25, 55, 85 y 115 dds: $TCC = [(PS_2 - PS_1) / (T_2 - T_1)]$, donde: PS₂ y PS₁ representan el peso de la MS de la planta en el tiempo T₂ y T₁, respectivamente. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y aquellas que mostraron diferencias significativas, la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) y análisis de regresión, con el paquete para análisis estadístico InfoStat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Elementos del clima y fenología

Durante el ciclo de desarrollo del cultivo la temperatura máxima fluctuó entre 24 °C y 31 °C y entre 5 °C y 14 °C para la mínima (Fig. 1). La precipitación estacional fue de 765 mm, 90% (624 mm) ocurrió durante el ciclo de cultivo (55% -377 mm- durante la etapa vegetativa y 36% -247 mm-, durante la etapa reproductiva, al presentarse la panícula extendida dentro de la vaina de hoja bandera). Los cultivares de sorgo evaluados presentaron diferencias en cuanto a fases fenológicas. La emergencia se registró ochodds. El amacollamiento en Caña Dulce

y Silo Miel se observó a partir de la cuarta semana post-emergencia, Esmeralda y Fortuna presentaron menor amacollamiento. Los cultivares Silo Miel, Esmeralda y Fortuna presentaron hoja ancha y tallo grueso; mientras que Caña Dulce, hojas y tallos delgados. Los cultivares Caña Dulce, Silo Miel y Esmeralda concluyeron su etapa vegetativa entre 90 y 95 dds; mientras que Fortuna, a 114 dds y la etapa reproductiva para los tres primeros cultivares fue de 160 a 170 dds y Fortuna, 189 dds. Mientras que los resultados obtenidos en Esmeralda del presente estudio, parece más a los reportados por Mohankumaret *al.* (2015), quienes evaluaron 48 líneas de sorgo en Hays, Kansas en respuesta a siembra temprana (02 mayo) y reportan días a floración de 67 a 95 dds y altura de planta de 79 a 207 cm.

Biomasa (BT, g m⁻²)

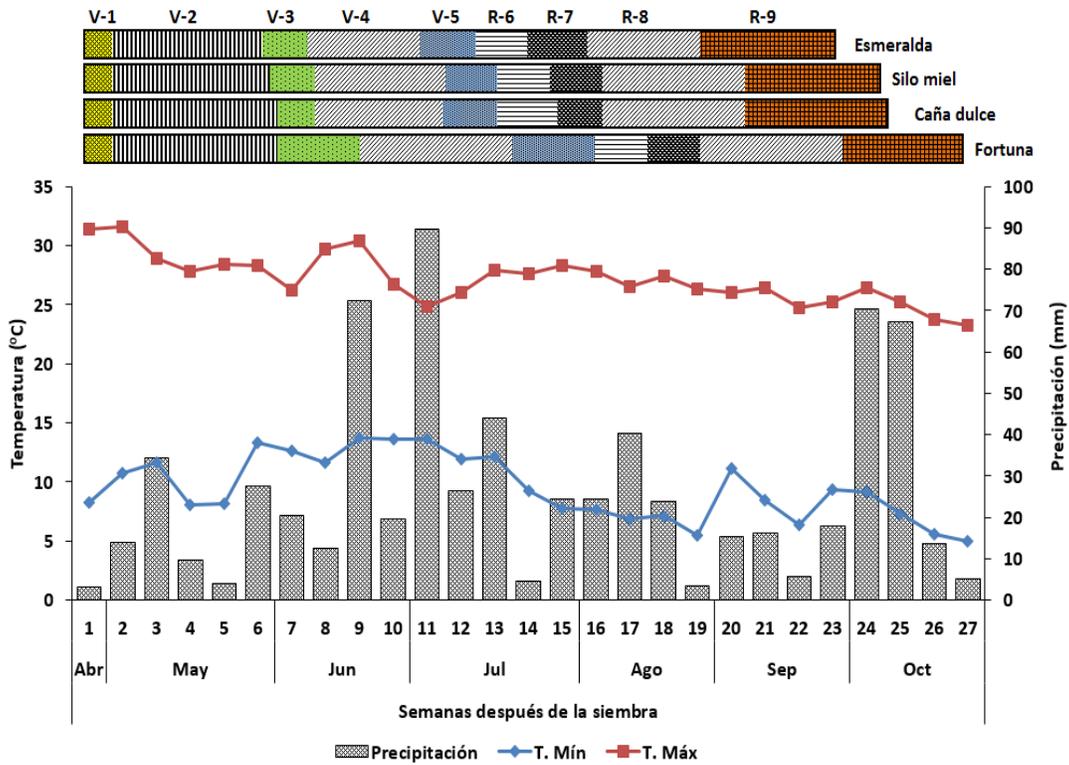
En los cultivares bajo estudio, la BT se incrementó conforme avanzó la estación de crecimiento (Fig. 2). La máxima BT se observó entre 125 a 145 dds en todos los cultivares. Los cultivares Caña Dulce, Silo Miel y Esmeralda presentaron su máximo crecimiento de 55-85 dds, con acumulación de 724, 490 y 305 g m⁻²; mientras que, el cultivar Fortuna fue hasta el periodo 85-115 dds; lo cual, está relacionado con la etapa de elongación de entrenudos en el sorgo, debido a que a partir de la etapa V-3 el sorgo aumenta la altura de planta (Ahmad *et al.*, 2012), donde a partir de la quinta hoja ligulada el sorgo presentó aumento significativo en altura de planta, a partir de elongación de los entrenudos. El cultivar que respondió mejor a la producción de BT en menor tiempo, fue Caña Dulce, al tener su máxima producción a 115 dds con 1427 g m⁻² (Fig. 2). Esta información es importante debido a que entre más corto y con alta producción de BT sea el ciclo del cultivo,

más cortes se pueden realizar en un año. Fazeli *et al.* (2012), al evaluar la producción de pasto Sudán (*Sorghum sudanense*) en regiones áridas y semiáridas con cuatro regímenes de riego (100, 80, 60 y 40 % de las necesidades de agua), calculadas a partir de la evaporación, reportaron rendimientos en BT de 2174, 1962, 650 y 359 g m⁻², respectivamente; de tal manera que, al disminuir la cantidad de agua requerida por el sorgo, disminuye la BT. El uso de siembras con riego para la emergencia, representa una oportunidad para obtener varios cortes durante el ciclo y aprovechar el arribo de temperatura y precipitación apropiadas para el crecimiento del sorgo forrajero.

Tasa de crecimiento del cultivo (TCC, g m⁻²día⁻¹)

En los cultivares bajo estudio, la TCC se incrementó conforme avanzó la estación de crecimiento, hasta el periodo 25-55 dds (Cuadro 1); posteriormente, empezó a disminuir hacia el final del ciclo de cultivo. Caña Dulce, Silo Miel y Esmeralda presentaron su máxima TCC en el periodo 25-55 dds con 24, 16 y 10g m⁻²día⁻¹, respectivamente. Fortuna presentó su máxima TCC en el periodo 55-85 dds, con 6.5 g m⁻²día⁻¹. Carrillo y Ruiz (2004), también reportan diferencias significativas en la TCC de sorgo forrajero de la siembra hasta antes de la floración. Así, reportan TCC en los cultivares CowVitles, DineaMite, Grazer, Sweet Sioux y Domor (14, 18, 19, 24 gm⁻²día⁻¹, respectivamente), bajo riego. En el presente estudio, solamente Caña Dulce mostró TCC comparables a Domor y Silo Miel comparable con CowVitles, debido a que también las plantas del presente estudio se encontraban en etapa vegetativa.

Figura 1. Fenología y elementos del clima durante el desarrollo de cuatro cultivares de sorgo forrajero. Media semanal de temperatura máxima, mínima y suma semanal de la precipitación, en Montecillo Edo. de México.



Etapas fenológicas (Solórzano, 2007): vegetativas (V-1 = emergencia, V-2 = tercer hoja ligulada, V-3 = quinta hoja ligulada, V-4 = octava hoja ligulada, V-5 = hoja bandera visible) y reproductivas (R-6 = panícula extendida dentro de la vaina de hoja bandera, R-7 = floración, R-8 = grano masoso suave, R-9 = grano masoso duro), observadas en el desarrollo del cultivo.

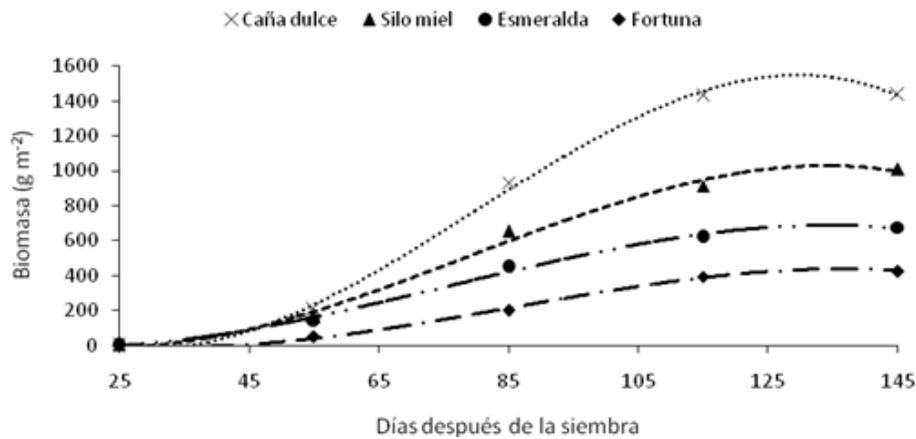


Figura 2. Dinámica de producción de biomasa (BT, g m⁻²), en cuatro cultivares de sorgo forrajero en Montecillo Edo. de México.

Cuadro 1. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC, g m⁻²día⁻¹), en cuatro cultivares de sorgo forrajero en Montecillo Edo. de México.

| Cultivares | 0-25 | 25-55 | 55-85 | 85-115 |
|---------------|----------------------------|--------|--------|--------|
| | Días después de la siembra | | | |
| Caña Dulce | 6.8 a | 24.2 a | 16.4 a | 0.3 a |
| Silo Miel | 5.3 ab | 16.4 b | 8.7 b | 3.1 a |
| Esmeralda | 4.8 b | 10.2 c | 5.7 b | 1.8 a |
| Fortuna | 1.6 c | 5.0 d | 6.5 b | 1 a |
| Media general | 4.6 | 13.9 | 9.3 | 1.5 |
| Tukey | 1.9 | 2.6 | 5.9 | 1.4 |
| Cultivar | *** | *** | *** | NS |

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según Tukey ($\alpha = 0.05$) *, **, *** = $P \leq 0.05, 0.01, 0.001$, respectivamente. NS: no significativo. CV: coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

El cultivar Esmeralda mostró el ciclo de cultivo más corto, con 24 semanas. Caña Dulce presentó mayor biomasa (BT) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC). Caña Dulce es la mejor variedad para valles altos, en condiciones de temporal del Altiplano Central de México.

LITERATURA CITADA

Ahmad, S.; Lorenzo, B.; Muhammad, A. and Muhammad, A. M. 2013. Growth response and plant water status in forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivars subjected to decreasing levels of soil moisture. Australian Journal of Crop Science. 7 (6): 801-808.

Bolaños, A. E. D.; Claude, E. J. y Guillaume, A. 2012. Rendimiento y calidad de híbridos de sorgo con y sin nervadura café. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3(2): 441-449.

Carrillo, J. C. y Ruiz, J. 2004. Producción de forraje en sorgo y mijo: variables de crecimiento. Agronomía Mesoamericana. 15(1): 69-76.

Fazeli, R. M.; Yarnian, M. and Rahimzadeh, K. F. 2012. Effect of polymer and irrigation regimes on matter yield and several physiological traits of forage sorghum. African Journal of Biotechnology. 11(48): 10834-10840.

Hunt, R.; Warren, D. W.; Handy, D. G. and Sweeney. 1984. Integrated analysis of growth and light interception in winter lettuce. Analytical methods and environmental influences. Annals of Botany. 54: 743-757.

Mohankumar, H. K.; Ramasamy, P.; Robert, M. A.; Thomas, J. H.; Scott, R. B. and Christopher, R. L. 2013. Analyses of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) lines and hybrids in response to early-season planting and cool conditions. Canadian Journal of Plant Science. 93: 773-784.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. <http://www.siap.gob.mx/>. Revisada el 1 de marzo de 2015.

RENDIMIENTO DE SORGO BAJO DOS MÉTODOS DE SIEMBRA, EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO

FORAGE SORGHUM PRODUCTION USING TWO ESTABLISHMENT METHODS, IN THE MEXICO'S CENTRAL VALLEY

Alejandra Pérez Hernández¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo¹, José Alberto Salvador Escalante Estrada¹, María Teresa Rodríguez González¹, Santiago Garduño Velázquez², Leonor Miranda Jiménez¹

¹Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo. Km 36.5, carretera México-Texcoco, Estado de México. C.P. 56230. (bawer29@hotmail.com; queroadrian@hotmail.com; mate@colpos.mx). ²Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5, carretera México-Texcoco. C.P. 56230. *santiago432@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el rendimiento de cuatro cultivares de Sorgo forrajero (Caña dulce, Silo miel, Fortuna y Esmeralda) en dos condiciones de siembra: 1) punta de riego y 2) temporal. Las siembras se realizaron en el Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Edo. de México, durante los ciclos agrícolas 2013 y 2014; para punta de riego, en abril con un riego único para emergencia y en temporal, en junio. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones, a densidad de 17 plantas m²; 40 días después de la siembra (dds), se fertilizó a razón de 80 kg N ha⁻¹. En el momento en que la primer variedad alcanzó 90% de interceptación luminosa, se midieron: altura de planta (AP), número de hojas por planta (NH), número de plantas m²(NDP); similarmente, se realizó corte para determinar rendimiento de materia seca(RMS) y se calculó el índice de área foliar (IAF). El rendimiento de forraje en punta de riego fue 11,305 kg MS ha⁻¹; mientras que, en siembra de temporal de 5,707 kg MS ha⁻¹. Los cultivares que presentaron mayor rendimiento de forraje (P≤0.05) fueron Caña dulce con 11,808 y Silo miel con 11,066 kg MS ha⁻¹. Caña dulce presentó mayor número plantas (77 m²) y altura de planta (165 cm); sin embargo, Silo miel presentó un IAF superior, con un valor de cuatro. El uso de siembras con punta de riego al finalizar la época de heladas duplica el RMS y los cultivares mejor adaptados fueron Caña dulce y Silo miel a menores temperaturas nocturnas del altiplano central de México.

Palabras clave: Sorgo, rendimiento, temporal y punta de riego.

ABSTRACT

In order to define forage production among four forage sorghum varieties: Cañadulce, Silo miel, Fortuna, and Esmeralda under two sowing methods: 1) irrigation for emergency only and 2) rain-fed conditions. Experimental procedures were developed at the research area of the Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Edo. de México, during the 2013 and 2014 production seasons; for watering the sowing date was April using only one irrigation event, and for the rain-fed system the sowing did occur during June. The experimental design was a randomized block design with four replications using a plant density of 17 plants m²; 40 days after sowing an only one fertilization of 80 kg N ha⁻¹ were applied. Once the first variety reached 90% of light interception the following parameters were measured: plant height (AP), leaves number per plant (NH), plant number per m² (NDP) as well as dry matter production (RMS) and leaf area index (IAF). Dry matter production under watering conditions was 11,305 kg MS ha⁻¹ and for rain-fed conditions 5,707 kg MS ha⁻¹; the higher RMS (P≤0.05) included Cañadulce and Silo miel (11,808 and 11,066 kg MS ha⁻¹). Cañadulce showed the highest plant number (77 m²) and plant height (165 cm); however, Silo miel showed a superior IAF with a value of four. Sowing using watering for plant establishment at the end of the winter conditions duplicates RMS and the best adapted cultivars to the low night temperatures within the Valley of México plateau included Cañadulce and Silo miel.

Key words: Forage Sorghum, dry matter production, sowing management.

INTRODUCCIÓN

El Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] es un cultivo cada vez más utilizado como forraje de corte en la alimentación de bovinos, en muchas regiones áridas y semi-áridas del mundo; lo anterior, debido a sus ventajas con respecto a otros cultivos forrajeros: rápido crecimiento, producción, capacidad de rebrote y adecuado valor nutritivo (Marsalis, 2011). En México actualmente, se cultivan más de 236 mil hectáreas de Sorgo forrajero con una producción de 5 millones de t MS año⁻¹; principalmente, en regiones con problemas de escasez de lluvia al Norte de México: Chihuahua, Sinaloa y Coahuila con 46.8, 37, 35.5 miles de hectáreas sembradas, respectivamente (SIAP, 2015) y similarmente, debido a su alta eficiencia en el uso de agua, en comparación al maíz forrajero (Marsalis, 2011), menor demanda de nitrógeno (Barbantiet *al.*, 2006), tolerancia a sequía y salinidad (Saberiet *al.*, 2011).

La cosecha de forraje se debe realizar buscando el momento óptimo, cuando el cultivo proporcione el mayor rendimiento, proporción de hoja y tallos no muy lignificados, para asegurar una alta calidad nutritiva del heno o ensilado (Muslera y Ratera, 1991). Aunque varios estudios han utilizado la interceptación luminosa para definir el mejor intervalo entre defoliaciones, la óptima etapa para defoliar es incierta, porque se debe tomar en cuenta la mejor distancia entre surcos y plantas considerando el mejor arreglo topológico del cultivo (Matteraet *al.*, 2013). La defoliación antes 90-95% de interceptación de luz reduce la producción anual de forraje, ya que no se alcanza la mayor acumulación de materia seca (Da Silva *et al.*, 2009), pero el retraso en la defoliación o corte después 95% de interceptación luminosa, ha sido reportado

como promotor de reducción en la producción y calidad de forraje y un aumento significativo en hoja muerta, que los animales en pastoreo evitan consumir en gran medida (Da Silva, 2010). El objetivo fue evaluar el rendimiento total en altura de planta (AP), número de hojas por planta (NH), número de plantas m² (NDP); similarmente, se realizó corte para determinar rendimiento de materia seca (RMS) y se calculó el índice de área foliar (IAF) y de Sorgo cortado a 90% de interceptación luminosa, en cuatro cultivares forrajeros: Caña dulce, Silo miel, Fortuna y Esmeralda, en dos condiciones de siembra punta de riego y temporal; lo anterior, durante dos años en los ciclos agrícolas de 2013 y 2014, en el Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Edo. de México durante 2013 y 2014, a 2, 250 msnm, en el área agrícola ubicada en las coordenadas 19° 29' N, 98° 51' O. El clima es BS1, el menos seco de los áridos con lluvias en verano, temperatura media anual de 14.6 °C, 559 mm de precipitación acumulada anual (García, 2005), suelo franco arcilloso, alcalino pH 9.0, CE 3.44 dSm⁻¹ y MO 1.29%. Los tratamientos incluyeron cuatro cultivares de Sorgo forrajero: Caña dulce, Silo miel, Esmeralda y Fortuna; bajo dos condiciones de siembra: 1) punta de riego, con una lámina de riego de 18 mm, para la emergencia de plántula y 2) siembra en temporal, una vez establecida la época de lluvias. La siembra para punta de riego se realizó el 12 de abril (2013) y 23 de abril (2014); por su parte, la de temporal, el 17 de junio (2013) y 25 de junio (2014). Bajo ambas condiciones, las siembras se realizaron a 70 cm entre surcos, con una densidades 17 plantas m², 40 dds se fertilizó a

razón de 80 kg N ha⁻¹. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones.

Parámetros de crecimiento y rendimiento

Conforme se desarrolló el dosel vegetal se midió la interceptación luminosa conceptómetro AccuPAR IP-80, marca Decagon Devices, Inc. y en el momento que el primer cultivar registró 90% de interceptación, se cortaron todas las parcelas de los cultivares experimentales y se tomaron diecisiete macollos por unidad experimental para determinar: AP, NH, NDP, RMS, IAF. Para obtener el peso seco, se colocó el material vegetal en estufa con circulación forzada de aire, a 80 °C, por 72 h. El área foliar se determinó mediante integrador electrónico de área, modelo LI-3100 (Licor, Inc Lincoln, NE, EE UU). El IAF se calculó (Escalante y Kohashi, 1993) con la expresión: $IAF = (AF / NP) * DP / 10,000 \text{ cm}^2$, donde AF= área foliar (cm²), NP= número de plantas y DP= número de plantas por m². Los datos de las variables estudiadas se analizaron mediante análisis de varianza y aquellas que mostraron diferencias significativas se les realizó comparación de medias (Tukey; $\alpha=0.05$), con el paquete para análisis estadístico InfoStat, para computadoras (InfoStat, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de materia seca (RMS). Se observaron diferencias ($P \leq 0.001$; Cuadro 1) para RMS entre cultivares para ambas condiciones de siembra: punta de riego y temporal. En promedio, los dos años evaluados, la siembra de punta de riego tuvo un rendimiento de 11,305 kg MS ha⁻¹; mientras que en temporal, 5,707 kg MS ha⁻¹, esto se debió a que punta de riego tuvo un ciclo de cultivo mayor (abril-noviembre), lo que permitió que se realizaran tres cortes por año; mientras que, en condiciones de temporal (junio-noviembre), solamente se realizaron dos cortes por año, durante los dos años evaluados. Los cultivares de mayor rendimiento ($P \leq 0.05$)

en ambas condiciones de siembra fueron: Caña dulce con 11,808 y Silo miel 11,066 kg MS ha⁻¹; mientras que, el cultivar que presentó menor rendimiento fue Fortuna con 3,631 kg MS ha⁻¹. Los cultivares Caña dulce y Silo miel fueron los que mejor se adaptaron a las condiciones de suelo en el ex-lago de Texcoco, con pH alcalino, pobre en materia orgánica y temperaturas nocturnas por debajo de 10 °C. Bolaños *et al.* (2012), encontraron rendimientos similares al evaluar tres cultivares de Sorgo para grano (Solaris, Aralba y Topsilo) y tres cultivares de Sorgo forrajero (Sweet Virginia, Big Kauna y Sucrosorgho), en donde el RMS varió de 11,100 kg MS ha⁻¹ el cultivar Topsilo a 17,120 kg MS ha⁻¹ de Sweet Virginia; lo anterior en planicies tropicales del Estado de Tabasco.

Variables morfológicas. No se observaron diferencias ($P \leq 0.05$; Cuadro 2) en NH, bajo condiciones de temporal y punta de riego. Moankumaret *al.* (2013), encontraron diferencias al evaluar número de hojas entre 48 genotipos de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], atributo que varió en un rango de 6 a 7 hojas por planta. El mayor IAF se observó en Silo miel: 2.8 y 3.9 para punta de riego y temporal, respectivamente; lo anterior, debido a hojas largas y anchas; por su parte, el menor fue para Fortuna con 1.1 y 1.8; sin embargo Fazeli *et al.* (2012), al evaluar la producción de *S. sudanense* en regiones áridas y semi-áridas, con cuatro regímenes de riego: 100, 80, 60 y 40% de las necesidades hídricas, indicó que el agua suministrada influyó positivamente, reportaron IAF de 6.1, 5.9, 5.3 y 4.8, respectivamente; de tal manera que, a medida que disminuyó la cantidad de agua en el suelo se redujo también el IAF. Caña dulce presentó el mayor NDP, 73 y 65 en punta de riego y temporal, respectivamente; mientras que el menor, ocurrió en Fortuna con 26 y 20, respectivamente; Bolaños y Emile (2013), determinaron el número de plantas por m² de Sorgo forrajero, sembrado en surcos

distanciados a 75 y 20 cm a densidades de 33 y 65 semillas m² y encontraron diferencias entre años evaluados; en 2007, tuvieron 38; mientras que, en 2008 solamente 21. El cultivar Caña dulce presentó mayor AP (P<0.05) con 170 cm en punta de riego y 165 cm en temporal, ésto se debió a que es un cultivar de porte alto y al mayor número de plantas m², lo que ocasiono mayor elongación de entrenudos por competencia por el luz,

espacio y nutrientes (Rodríguez *et al.*, 1994); mientras que Fortuna, fue la que presentó menor AP, con 76 cm y 67 para punta de riego y temporal, respectivamente. Moankumaret *al.* (2013), encontraron diferencias al evaluar AP de 48 genotipos de Sorgo, la cual varió de 73 cm, en el genotipo ARCH10731 (PI574578 R/3/KS118B-1), a 207 cm, en el genotipo Hong KeZi.

Cuadro 1. Rendimiento anual (kg MS ha⁻¹) de Sorgo forrajero bajo condiciones de punta de riego y temporal, Montecillo, Estado de México, ciclos agrícolas 2013 y 2014.

| | Punta de riego | Temporal | Media | EE | Significancia |
|---------------|----------------|----------|----------|-----|---------------|
| Silo miel | 14 930 Aa | 7 203 Ab | 11 066 A | 461 | *** |
| Caña dulce | 16 087 Aa | 7 528 Ab | 11 808 A | 310 | *** |
| Esmeralda | 9 434 Ba | 5 603 Bb | 7 519 B | 195 | *** |
| Fortuna | 4 768 Ca | 2 494 Cb | 3 631 C | 582 | * |
| Media | 11 305 a | 5 707 b | | | |
| EEM | 1023 | 308 | | | |
| Significancia | *** | *** | | | |

ABCD, diferente literal mayúscula en la misma columna, indica diferencias; ab, diferenteliteral minúscula en la misma fila, indica diferencias significativas Tukey ($\alpha=0.05$). EEM: Error Estándar de la Media. *= $P\leq 0.05$, **= $P\leq 0.01$, ***= $P\leq 0.001$.

Cuadro 2. Número de hojas (NH), índice de área foliar (IAF), número de plantas (NDP) por m² y altura planta (AP), en siembras a punta de riego y temporal, ciclos 2013 y 2014.

| | NH | | IAF | | NDP | | AP (cm) | |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | P. Riego | Temporal |
| Silo miel | 6 A | 8 A | 2.8 A | 3.9 A | 42 B | 33 B | 121 B | 109 B |
| Caña dulce | 6 A | 8 A | 2.07 B | 2.6 B | 73 A | 65 A | 170 A | 165 A |
| Esmeralda | 6 A | 9 A | 1.68 B | 2.9 B | 40 B | 24 BC | 87 C | 90 C |
| Fortuna | 6 A | 7 A | 1.13 C | 1.8 C | 26 C | 20 C | 76 C | 67 D |
| Media | 6 | 8 | 1.9 | 2.8 | 45 | 35 | 113 | 107 |
| CV (%) | 20.2 | 48.4 | 32.91 | 16.6 | 58.61 | 19.26 | 11.81 | 12.1 |
| Tukey | 0.85 | 5.19 | 0.47 | 0.64 | 20.26 | 9.34 | 18.5 | 17.97 |
| Cultivar | NS | NS | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

ABCD, literales mayúsculas diferentes en la misma columna, indican diferencias Tukey ($\alpha=0.05$). EEM: Error Estándar de la Media. NH: número de hojas, IAF: índice de área foliar, NDP: número de plantas m², AP: altura planta. Significancia *= $P<0.05$, **= $P<0.01$, ***= $P<0.001$, NS= No significativo.

CONCLUSIONES

El rendimiento de forraje se duplicó cuando se sembró con punta de riego, debido al aprovechamiento de las temperaturas adecuadas de crecimiento, con respecto a siembras en temporal; similarmente, la

distribución de la disponibilidad de forraje se amplió durante el año. Los cultivares de mayor rendimiento de forraje incluyen a Caña dulce y Silo miel, tanto en punta de riego como temporal. Caña dulce mostró mayor número de plantas por metro

cuadrado y altura de planta; sin embargo, Silo miel presentó IAF superior. La siembra a punta de riego es una opción para aprovechar las épocas de mayor temperatura y mejorar el rendimiento y distribución de la producción de forraje en Sorgo en el Altiplano Central de México.

LITERATURA CITADA

- Barbanti, L.; Grandi, S.; Vecchi, A. and Venturi, G. 2006. Sweet and fiber sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), energy crops in the frame of environmental protection from excessive nitrogen loads. *European Journal of Agronomy* 25: 30–39.
- Bolaños, A. E. D.; Emile, J. C. y Audebert, G. 2012. Rendimiento y calidad de Sorgo con y sin nervadura café. *Rev. Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3: 441-449.
- Bolaños, A. E. D. y Emile, J. C. 2013. Efecto de la distancia entre surcos y densidad de siembra en el rendimiento y calidad del forraje de Sorgo. *Rev Mex Cienc Pecu* 4(2): 161-176.
- Da Silva, S. C.; Oliveira, B. A. A.; Carnevalli, R. A.; Castro, U. M.; Oliveira, B. F.; Hodgson, J. C.; Matthew, G. C.; Arnold, J. P. and Morais, G. 2009. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. mombaça subjected to rotational stocking managements. *Sci. Agric* 66 (1): 8-19.
- Da Silva, S. C. y Hernández, G. A. 2010. Manejo del pastoreo en praderas tropicales. En: *Los forrajes y su impacto en el trópico*. Velasco ME editor. Chiapas, México: UNACH. pp: 63-95.
- Escalante, E. J. A. y Kohashi, J. S. 1993. El rendimiento y crecimiento de frijol. *Manual para la toma de datos*. Colegio de Postgraduados. México. 84 p.
- Fazeli, R. M.; Yarnian, M. and Rahimzadeh, K. F. 2012. Effect of polymer and irrigation regimes on matter yield and several physiological traits of forage sorghum. *African Journal of Biotechnology* 11: 10834-10840.
- García, E. L. 2005. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Cuarta Edición. UNAM, D. F. 217 p.
- InfoStat. 2008. Manual del usuario. Ed. Brujas. Córdoba Argentina. 336 p.
- Marsalis, M. A. 2011. Sorghum forage production in New Mexico. New Mexico State University -Cooperative Extension Service. Revisado el 10 de Marzo de 2015. http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/a-332.pdf.
- Mattera, J. L.; Romero, A. L.; Cuatrina, P. S.; Cornaglia, A. A. and Grimoldi, A. 2013. Yield components, light interception and radiation use efficiency of lucerne (*Medicago sativa* L.) in response to row spacing. *European Journal of Agronomy* 45: 87–95
- Muslera, P. E. y Ratera, G. C. 1991. Praderas y forrajes, producción aprovechamiento. 2^a ed. Mundi prensa. Madrid, España. 674 p.
- Rodríguez, R. H.; Torres, H.; Williams, N. y Montes, N. 1994. Sorgo en doble hilera versus surco sencillo en el noreste de México. *Agronomía Mesoamericana* 5: 104-108.
- Saberi, A. R.; Siti, A. H.; Halim, R. A. and Zaharah, A. R. 2011. Morphological responses of forage Sorghums to salinity and irrigation frequency. *African Journal of Biotechnology* 10:9647–9656.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2015. <http://www.siap.gob.mx/> Revisada el 22 de marzo de 2015.

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD *in vitro* DEL FORRAJE DE CAPOMO *Brosimum alicastrum* EN NAYARIT, MÉXICO

CHEMICAL COMPOSITION AND *in vitro* DIGESTIBILITY OF CAPOMO *Brosimum alicastrum* FORAGE IN NAYARIT, MEXICO

José Francisco Villanueva Avalos¹, Jorge Armando Bonilla Cárdenas^{1*}, J. Vidal Rubio Ceja¹ y José de Jesús Bustamante Guerrero¹

IINIFAP – Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km. 6 Entronque Carr. Internacional México-Nogales. A.P. 100. Santiago Ixcuintla, Nayarit. C.P. 63300. *bonilla.jorge@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El objetivo fue determinar la composición química y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de distintos componentes comestibles del árbol forrajero tropical conocido comúnmente como Capomo *Brosimum alicastrum*, tales como pulpa, hojas, frutos y semillas. Se realizó una colecta en tres sitios de pastoreo (tratamientos) que fueron: Parejas (T₁=PA), Punta Mita (T₂=PM) y Vado Cora (T₃=VC), con tres repeticiones por sitio. Cada repetición es una alícuota de 9 muestras recolectadas mensualmente en cada sitio. Los análisis de laboratorio consistieron en: cenizas, proteína cruda (N x 6.25), fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y DIVMS. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el procedimiento GLM del SAS, con base en un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento y la comparación de medias por el método de Tukey al 0.01%. Se observaron diferencias (P<0.01) debidas al sitio de pastoreo y al componente alimenticio del Capomo en cuanto a composición química y DIVMS. En todos los sitios y en todos los componentes se detectaron coeficientes altos de DIVMS, los cuales fluctuaron de 78.2 a 94.4%, lo cual pone de manifiesto que el Capomo constituye un recurso forrajero complementario de alta digestibilidad en la época de sequía en las regiones tropicales de México.

Palabras clave: Capomo, composición química, digestibilidad *in vitro*.

ABSTRACT

The objective was to determine chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of various edible components of the tropical fodder tree known as Capomo *Brosimum alicastrum*, such as pulp, leaves, fruits, and seeds. The components were collected from three different grazing sites (traits): Parejas (T₁=PA), Punta Mita (T₂=PM), and Vado Cora (T₃=VC), with three replicates per site. Each repetition is an aliquot of 9 samples collected monthly at each site. Laboratory analysis consisted in: ash, crude protein (N x 6.25), neutral detergent fiber, acid detergent fiber and IVDMD. Statistical analysis were performed utilizing GLM procedures of SAS, for a completely random design with three replicates per treatment and Tukey tests to 0.01%. Differences (P<0.01) in chemical composition and IVDMD were observed among grazing sites and between Capomo components. All sites and all components showed high IVDMD coefficients, which fluctuated from 78.2 to 94.4%. These data show that Capomo constitutes a highly digestible complementary fodder resource for grazing animals during the dry season at tropic regions of México.

Key words: Capomo, chemical composition, *in vitro* digestibility.

INTRODUCCIÓN

En las zonas tropicales existen varias especies de árboles y arbustos forrajeros, con valor nutritivo muy superior al de los pastos nativos que predominan en estas áreas. El uso del follaje de arbustos y árboles en la alimentación de los rumiantes representa una

alternativa importante para la producción animal sostenible. En las explotaciones pecuarias, las arbustivas como el Capomo *Brosimum alicastrum*, no son utilizadas como único alimento durante todo el año; su uso fundamental es como suplemento para mejorar el consumo y utilización de

alimentos fibrosos de la dieta (Benavides, 1994).

En ecosistemas sin perturbación, el Capomo forma parte de la selva alta perennifolia y selvas subperennifolias y sucaducifolias, eventualmente forma masas puras de las selvas, desde los 50 hasta los 800 msnm. En Nayarit existen aproximadamente 320 mil has de selvas altas y medianas con poblaciones nativas de Capomo, que considerando una población de 5 plantas ha⁻¹ en el 50% de la superficie y una producción de 16 kg de semilla por árbol, arroja una producción de 1,600 ton de proteína cruda por año, por lo que se considera una especie arbórea de relevante importancia en la dieta del ganado durante épocas críticas; sin embargo, su potencialidad nutricional no ha sido debidamente explotada en la alimentación de los animales en pastoreo (Pardo y Sánchez, 1983). En virtud de que existe una reducida disponibilidad de información en cuanto a la utilización de esta especie y más en lo que a composición de dietas u aporte de nutrimentos se refiere, se condujo el presente estudio con el objetivo de determinar la composición química y la digestibilidad *in vitro* de los componentes comestibles del Capomo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Áreade estudio. La colecta de muestras se llevó a cabo en el estado de Nayarit en tres áreas de pastoreo (tratamientos o sitios): 1) Ejido Las Parejas, municipio de Santiago Ixcuintla (21°53'46.75"N, 105° 6'45.85"O y 42 msnm), 2) Ejido Punta Mita, municipio de Bahía de Banderas (20°46'43.72"N, 105°28'52.70"O y 26 msnm), y 3)Ejido Vado del Cora, municipio de Santiago Ixcuintla (21°46'21.22"N 105° 0'15.48"O 128 msnm), con clima cálido subhúmedo Aw₁, temperatura promedio anual de 24°C, con media máxima y mínima de 35.8 y

10°C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 1200 mm, concentrándose el 76 % durante los meses de verano (Julio a Octubre), mientras que la época de secas fluctúa de siete a ocho meses al año (SPP, 1981).

Metodología. En las tres localidades, se tomaron mensualmente nueve muestras representativas de los componentes alimenticios del Capomo: hoja y fruto del suelo, ya es donde habitualmente están disponibles para el ganado en pastoreo. Para esto, se utilizaron exclusiones de 2500 m² en cada sitio, donde se colocaron al azar nueve cuadrantes permanentes de 2 m² de parcela útil, mismos que constituyeron las repeticiones de cada sitio. Considerando que la mayor disponibilidad de Capomo es durante la estación seca, los muestreos se realizaron de febrero a julio. Las muestras (hoja, fruto, pulpa y semilla) fueron secadas en estufa forrajera a 50°C hasta peso constante y molidas en un molino Wiley con malla de 2 mm, y conservadas así hasta el momento de su análisis (Llamas y Tejada, 1990). De las nueve muestras colectadas mensualmente, se obtuvieron tres alícuotas para los análisis químicos correspondientes.

Variables a determinar. Los análisis químicos incluyeron la determinación de cenizas, proteína cruda (N x 6.25) (AOAC, 1995), fibra detergente neutro, fibra detergente ácido (Van Soest *et al.*, 1991) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Tilley y Terry, 1963, modificada por ANKOM, 2010).

Análisis estadístico. Los datos de composición química y de digestibilidad *in vitro* de la MS fueron analizados utilizando el procedimiento GLM del SAS, con base en un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento (SAS, 2001) y

comparación de medias mediante pruebas de Tukey a un α de 0.05 (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química. En el Cuadro 1 se muestra la concentración de cenizas, proteína cruda (N x 6.25), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca

(DIVMS), por sitio de muestreo. La concentración de cenizas fue diferente ($P < 0.05$) entre sitios de muestreo. En cuanto a PC y FDN, en el sitio 3 se observó mejor concentración ($P < 0.01$) que en los sitios 1 y 2. El contenido de FDA fue similar ($P > 0.05$) en los sitios 2 y 3, así como también lo fue la DIVMS, la cual fue menor en el sitio 1 en comparación al 3.

Cuadro 1. Composición química (% de la materia seca) de capomo *Brosimum alicastrum* (pulpa, hoja, fruto y semilla) colectados en tres sitios agroecológicos.

| Tratamientos | Cenizas | Proteína cruda | FDN | FDA | DIVMS |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| T ₁ : Las Parejas | 8.33 ± 2.09 ^a | 7.69 ± 0.35 ^b | 32.76 ± 2.57 ^a | 22.20 ± 3.54 ^a | 87.35 ± 2.06 ^b |
| T ₂ : Punta Mita | 7.34 ± 1.87 ^c | 7.13 ± 0.37 ^c | 33.31 ± 3.80 ^a | 20.48 ± 3.41 ^b | 89.99 ± 2.33 ^{ab} |
| T ₃ : Vado Cora | 8.14 ± 1.91 ^b | 8.41 ± 0.11 ^a | 27.13 ± 1.93 ^b | 20.15 ± 2.88 ^b | 90.34 ± 1.61 ^a |
| P | ** | ** | ** | ** | ** |

^{a, b} Distintas literales por columna, indican diferencia $** (P < 0.01)$ entre sitios.

±: error estándar.

P: Efecto de sitio de colecta

En el Cuadro 2 se muestra la composición química y la DIVMS por componente comestible, observándose diferencias ($P < 0.01$) entre componentes. Llama la atención la elevada concentración de cenizas

y de FDA en las hojas, lo cual pudiera explicar su menor DIVMS. Aun cuando la DIVMS de las hojas resultó menor a la de los otros componentes, todos éstos presentaron valores elevados de DIVMS.

Cuadro 2. Composición química (% de la materia seca) de pulpa, hoja, fruto y semilla de capomo *Brosimum alicastrum* colectados en tres sitios agroecológicos.

| Componente | Cenizas | Proteína cruda | FDN | FDA | DIVMS |
|------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Pulpa | 4.87 ± 0.31 ^b | 6.73 ± 0.43 ^d | 16.84 ± 0.77 ^d | 22.77 ± 1.19 ^b | 94.45 ± 0.77 ^a |
| Hoja | 19.13 ± 0.33 ^a | 7.10 ± 0.21 ^c | 35.93 ± 1.44 ^b | 37.52 ± 0.95 ^a | 78.27 ± 1.12 ^c |
| Fruto | 4.62 ± 0.70 ^c | 8.32 ± 0.10 ^b | 30.63 ± 1.27 ^c | 14.24 ± 0.24 ^c | 91.11 ± 0.67 ^b |
| Semilla | 3.11 ± 0.09 ^d | 8.81 ± 0.17 ^a | 40.87 ± 2.17 ^a | 9.24 ± 0.30 ^d | 91.74 ± 1.17 ^{ab} |
| P | ** | ** | ** | ** | ** |

^{a, b} Distintas literales por columna, indican diferencia $** (P < 0.01)$ entre componentes alimenticios.

±: error estándar.

P: Efecto de componente de Capomo.

Una recopilación de la composición química de algunas partes del follaje, fruto y semillas de Capomo (Pardo y Sánchez, 1983), la cual se muestra en el Cuadro 3. La concentración de cenizas en la semilla encontrada en el presente trabajo está dentro del rango (0.35 a 6.34%) reportado por estos autores; sin

embargo, para el fruto y las hojas, los valores aquí encontrados resultaron mayores a los referidos por Pardo y Sánchez (1983). El rango referido de PC en las semillas (5.36 a 16.41%) supera al valor encontrado en el presente estudio, y por el contrario, la PC del fruto resultó mayor en este estudio *versus* el

rango (2.5 a 3.2%) recopilado por Pardo y Sánchez (1983). Por su parte, Martínez *et. al.* (2010) reportaron un contenido de 15.5% de PC y de 35.8% de FDN para hojas

de Capomo en Yucatán, siendo este último valor muy similar al encontrado en el presente estudio.

Cuadro 3. Recopilación de la composición química de partes consumibles de capomo *Brosimum alicastrum*.

| Componente | Humedad | Cenizas | EE | PC | FC | ELN | Fuente |
|------------------|---------|---------|------|-------|-------|-------|-------------------|
| Hojas | 11.04 | 11.29 | 2.79 | 10.58 | 29.33 | 35.50 | Fortum (1950) |
| Hojas | 56.29 | 4.11 | 1.20 | 4.75 | 21.24 | 11.85 | Pérez Toro (1950) |
| Fruto | 62.00 | 3.0 | 1.2 | 3.2 | 8.9 | 21.7 | Souza (1950) |
| Fruto | 84.00 | 0.9 | 0.5 | 2.5 | 1.2 | 10.90 | Incap (1961) |
| Testa semilla | 9.34 | 6.34 | 2.05 | 10.78 | 14.96 | 56.53 | SAG (1976) |
| Semilla | 47.96 | 2.08 | 1.06 | 6.83 | 2.42 | 39.65 | SAG (1976) |
| Semilla seca | --- | 0.35 | 2.75 | 16.41 | 16.65 | 62.78 | Calvino (1952) |
| Semilla fresca | 57.50 | 1.40 | 1.22 | 5.93 | 2.35 | 31.40 | Calvino (1952) |
| Semilla deshidr. | 12.17 | 4.21 | 2.02 | 10.22 | 8.90 | 62.48 | SAG (1976) |
| Semilla ferment. | 59.93 | 2.80 | 0.93 | 5.36 | 3.91 | 27.07 | SAG (1976) |

Adaptado de Pardo y Sánchez (1983).

Martínez (2011), encontró valores de 14.1% de PC, 49.0% de FDN, 40.3% de FDA y de 50.6% de DIVMS en follaje de Capomo colectado en la región central de Veracruz, los cuales son mayores a los encontrados en el presente estudio, excepto la DIVMS que fue mayor en este estudio, quizás debido a que en este caso se trata de la denominada digestibilidad verdadera *in vitro*, en la que el residuo de la digestión por 48 horas se somete posteriormente a digestión en solución detergente neutro. En otro estudio (Solorio *et al.*, 2000), reportaron coeficientes de 61.3 y 72.1% de DIVMS para hojas y semillas, respectivamente. Delgado *et. al.*, (2002), determinaron en Cuba la composición del follaje de *Brosimum*, reportando 4.0% de cenizas, 16.6% de PC, 41.5% de FDN y 29.8% de FDA, por lo que éstos últimos autores sugieren que *Brosimum* tiene potencial nutritivo para ser incorporado en sistemas silvopastoriles, lo cual deberá ser confirmado con estudios *in vivo*.

CONCLUSIONES

La composición química y la digestibilidad verdadera *in vitro* determinadas en el presente estudio, ponen de manifiesto que los distintas componentes comestibles del Capomo constituyen un recurso forrajero importante para rumiantes en pastoreo durante la época de sequía.

LITERATURA CITADA

- ANKOM. 2010. Operator's manual, Daisy^{II} incubator. Ankom Technology. Macedon N.Y.
- AOAC (Association of official analytical chemists).1995. Official methods of analysis.16th ed. Arlington VA, U.S.A.
- Benavides, J. 1994. La investigación en árboles forrajeros. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. CATIE, Costa Rica, 1: 3-19.

- Delgado, D. C.; O. O. L; y Santos. 2002. Determinación del valor nutritivo del follaje de dos árboles forrajeros tropicales: *Brosimum alicastrum* y *Bauhinia galpinii*. Rev. Cubana Cienc. Agric. 36(4):391-395.
- Llamas, LG.; I. Tejada H. 1990. Técnicas de laboratorio para el análisis de forrajes para rumiantes. En: R. A. Castellanos; L. G. Llamas; M. A. Shimada(Eds.) Capítulo II. Manual de técnicas de investigación en rumiología. Primera edición. Consultores en Producción Animal, S. C. México, D. F., pp. 29-42.
- Martínez, Y. R.; R. SantosR.; A. Ramírez L; F. Sarmiento L. 2010. Utilización de Ramón (*Brosimum alicastrum Sw.*) y Cayena (*Hibiscus rosa-sinensis L.*) en la alimentación de conejos. Zootecnia Trop., 28(2): 153-161.
- Martínez, M. R. 2010. Bloques multinutricionales elaborados con follaje de árboles como suplemento alimenticio de ovinos. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Veracruz.
- Pardo, T. E.; M.C. Sánchez. 1983. Ramón, Capomo, Ojite, Ojoche *Brosimum alicastrum*. Recurso silvestre tropical desaprovechado. INIRB. Xalapa, Ver. 30 p.
- SAS. 2001. SAS/STAT User's Guide (Release 8.2). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
- Solorio, F. J.; I. Armendáriz; J. Ku V. 2000. Chemical composition and dry matter digestibility of some fodder trees from southeast of Mexico. Livestock Res. Rural Develop. 12:1.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1981. Síntesis Geográfica de Nayarit. 221 p.
- Steel, R. G. D.; J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. 2nd. Ed. McGraw-Hill Book Co. N.V. 633 p.
- Tilley, J. M. A.; R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassland Soc. 18:104-11.
- Van Soest, P. J.; J. B. Robertson; B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74:3583-3597.



VI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y el bienestar del hombre”.

SERVICIOS AMBIENTALES



IMPACTO DEL CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, MÉXICO SOBRE LAS ÁREAS DE PASTIZAL

IMPACT OF THE URBAN GROWTH OF CHIHUAHUA CITY, MEXICO ON THE NEARBY GRASSLAND AREAS

Jesús A. Prieto A.^{1,*}, Carmelo Pinedo A.¹, Alfredo Pinedo A.¹, Federico Villarreal G.¹

¹ UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología, Periférico Francisco R. Almada Km 1, Chihuahua, Chih. 31000,
Méx. *jesus_prieto06@hotmail.com

RESUMEN

Un aumento de la población conlleva un rápido crecimiento urbano, que incrementa la demanda recursos naturales. Esto tiene un impacto en el paisaje natural. Los objetivos de este estudio fueron determinar los cambios de uso de suelo y vegetación durante el período 1989-2014 y generar escenarios de cambios del uso de suelo y vegetación de los años 2019 y 2024 para las áreas conurbada y urbana de la ciudad de Chihuahua. Se utilizaron cuatro escenas de los años 1989, 1999, 2009 y 2014. Se identificaron siete clases de usos del suelo y vegetación; (1) agricultura, (2) asentamiento humano, (3) matorral, (4) pastizal, (5) bosque, (6) cuerpos de agua y (7) vegetación ribereña. La precisión de las clasificaciones obtenidas se validó con el índice K_{APPA} . Para generar los escenarios se utilizaron los métodos de Markov y Autómatas Celulares. El matorral ocupaba un 54.53% de la superficie en 1989 y se redujo a un 48.05% en 2014. El pastizal redujo su superficie de 23.5% a 16.01% durante 2009-2014. En contraste, el área urbana presentó un incremento de superficie (13.6 % en 1989 a 28.6 % en el 2014). Los métodos de Markov y Autómatas Celulares mostraron que para 2019 y 2024 el área urbana continuará creciendo sobre las áreas aledañas de pastizales y matorrales, principalmente. Las herramientas presentadas en este estudio son valiosas para el analizar la evolución espacial de áreas de pastizales y matorrales influenciadas por el crecimiento urbano.

Palabras clave: Markov, Landsat, probabilidad de transición, uso de suelo, simulación de escenario.

ABSTRACT

An increase in population involves a rapid urban growth, incrementing the demand for natural resources. This has an impact on the natural landscape. This study aimed to determine the changes in land use and vegetation during the period 1989-2014 and to generate scenarios of land-use changes and vegetation for the years 2019 and 2024. The study included the urban and nearby natural areas of Chihuahua city. Four scenes from the years 1989, 1999, 2009 and 2014 were used. Seven classes of land use and vegetation were classified; (1) agriculture, (2) human settlement, (3) bushes, (4) pasture, (5) forest, (6) water bodies and (7) riparian vegetation. The precision of the classifications was validated with the K_{APPA} index. The scenarios were generated with the Markov and Cellular Automata methods. The shrublands occupied 54.53% of the area in 1989 and decreased to 48.05% in 2014. The grasslands reduced its surface from 23.5% to 16.01% during 2009-2014. In contrast, the urban area increased its surface from 13.6% to 28.6% during the same period. These methods showed that the urban area would continue expanding mainly over the grasslands and shrublands. Furthermore, these methods are valuable tools for analyzing the influence of urban growth over the spatial evolution of the areas of grasslands and shrublands.

Keywords: Markov, Landsat, transition probability, land use, scenario simulation.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la población y la urbanización involucra procesos complejos de cambios de uso de suelo y vegetación (Yu y Ng, 2007). Las áreas urbanas cubren una pequeña fracción de superficie del planeta (2%).

Diversos estudios han demostrado que su crecimiento ha alterado de manera significativa el paisaje natural (He *et al.*, 2008). La expansión de tierras agrícolas sobre tierras de pastizal y áreas de bosques ha tenido como consecuencia la fragmentación y la

degradación de los suelos (Manjarrez *et al.*, 2015). Muchas de las técnicas de detección de cambios han sido desarrolladas para monitorear la dinámica urbana empleando sensores remotos (Readet *et al.*, 2002). Los métodos de comparación se basan en el análisis multitemporal de imágenes de satélite (Pinedo *et al.*, 2008). El uso de modelos para el análisis multitemporal como Cadenas de Markov y Automatas Celulares más completos ya incorporan el efecto de la interacción espacial y la dinámica temporal (Mitsovaet *et al.*, 2011). Este estudio se estructura en dos etapas: 1) Determinar el cambio de uso de suelo y vegetación 1989 y 2014 y, 2) Generar un escenario de cambios del uso de suelo y vegetación durante el período 2019 y 2024 mediante la aplicación de Cadenas de Markov y Automatas Celulares-Markov.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio comprendió el área urbana y conurbada de la ciudad de Chihuahua, México. Los usos de suelo típicos del área son:

pastizal, matorral, bosque de encino, cuerpos de agua, agricultura y vegetación ribereña.

Se utilizaron cuatro escenas del sensor Landsat, con una resolución espacial de 30x30 m. Las escenas corresponden a los años 1989, 1999, 2009 y 2014. El área de estudio fue delimitada en las escenas con ArcMap 10.2[®], siguiendo los límites de microcuencas. Estos límites fueron definidos a partir del modelo digital de elevaciones de Chihuahua disponible en el portal de INEGI.

A partir de la información del relieve, y de vegetación y uso de suelo, se obtuvieron mapas temáticos de uso de suelo por cada fecha. Las áreas de clasificación incluyeron: (1) agricultura, (2) área urbana, (3) matorral, (4) pastizal (5) bosque, (6) cuerpo de agua y (7) vegetación ribereña. La precisión de las clasificaciones se determinó con el índice K_{APPA} (Wilkie y Finn 1996).

Cuadro 1. Precisión de las clasificaciones

| Uso de suelo y vegetación | Precisión | | | |
|--|-----------|--------|--------|--------|
| | 1989 | 1999 | 2009 | 2014 |
| Agricultura | 0.8173 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| Asentamiento Humanos | 1.0000 | 1.0000 | 0.8327 | 1.0000 |
| Matorral | 0.6101 | 0.8567 | 0.5738 | 0.4361 |
| Pastizal | 0.8304 | 0.8025 | 1.0000 | 0.5130 |
| Bosque de Encino | 0.8681 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| Cuerpos de Agua | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |
| Vegetación Ribereña | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.8148 |
| Precisión General K_{APPA} | 0.8751 | 0.9513 | 0.9152 | 0.8234 |

Posteriormente, se aplicó la metodología de Markov para determinar la probabilidad de cambio de uso de suelo (Mousivand *et al.*, 2007). Asimismo, Cadenas de Markov y Automatas Celulares se implementaron para simular la cobertura del suelo de 2009 y 2014. Ambos módulos se encuentran disponibles en Idrisi Selva[®]. Para obtener los escenarios de usos de suelo se utilizaron periodos de 5 años. Así, se simularon las

coberturas de uso de suelo para los años 2019 y 2024.

La susceptibilidad del terreno, para cambiar de un tipo uso de suelo y vegetación a otro, se estableció a través de criterios. Estos criterios fueron asignados a las variables de elevación, pendiente, distancia a los ríos y distancia a las carreteras ya que éstas no tuvieron cambios durante los 25 años

comprendidos por la fechas de la primer y última escenas analizadas. La validación de la predicción de cambios de coberturas terrestres se llevó a cabo mediante la comparación de los resultados de la simulación con respecto a la cobertura terrestre “real”, de los años 2009 y 2014.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las clasificaciones supervisadas de las fechas analizadas muestran una ganancia de superficie para el área urbana y una pérdida para el matorral, pastizal y agricultura (Figura 1). El suelo agrícola contaba con un 4.12% en 1989 y se redujo a 3.48% en 2014. El bosque de encino contaba con el 2.89%

del área de estudio y se redujo a 2.86% en 2014. Los cuerpos de agua incrementaron su superficie de 0.067% a 0.108%. La vegetación ribereña se redujo de 1.3% a 0.96% de 1899 a 1999, se incrementó a 1.2% en 2009, se redujo nuevamente con un 0.91% en 2014. El matorral representaba el 54.53% de la superficie en 1989 y redujose superficie a 48.05% en 2014. El pastizal presentó una tendencia similar a la del matorral con reduciendo su superficie de 23.5% en 1989 y a 16.01% en 2014. El área urbana ocupaba el 13.57% en 1989 y se incrementó a más del doble (28.57%) en 2014 (Figura 2).



Figura 1. Comportamiento de los usos de suelo y vegetación en Chihuahua (1989-2014).

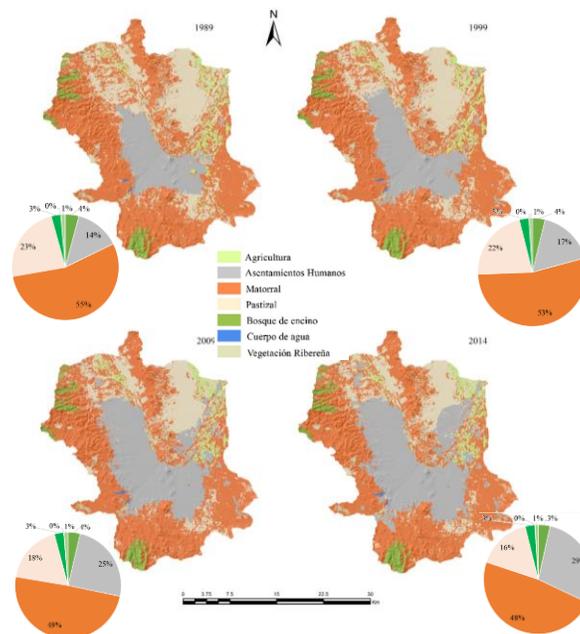


Figura 2. Mapas de clasificación supervisada de la ciudad de Chihuahua (1989-2014).

Las probabilidades de transición de usos de suelo para los períodos 1989-1999, 1999-2009, 2009-2014 se muestran en la Cuadro 2. Esta matriz de transición indica que la agricultura, el matorral, el bosque de encino, los cuerpos de agua y el área urbana tuvieron un comportamiento estable, con tendencia a permanecer con la misma cobertura terrestre durante los períodos 1989-1999 a 2009-

2014. Las probabilidades de los usos de suelo estuvieron entre 0.8 y 0.9. En cambio, hubo un decremento en la probabilidad de transición de 0.82 durante 1989-1999, a 0.75 para el periodo 1999-2009 y de 0.79 para el periodo 2009-2014 para el caso del pastizal. La validación se llevó a cabo con el índice de K_{APPA} para los años 2009 y 2014 (Cuadro 3).

Cuadro 2. Matriz de probabilidad de transición de usos de suelo en Chihuahua(1989-2014).

| Uso de suelo y vegetación | Año | Agricultura | Área Urbana | Matorral | Pastizal | Bosque de Encino | Cuerpo de Agua | Vegetación Ribereña |
|---------------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------------|
| Agricultura | 1989-1999 | 0.8139 | 0.0501 | 0.1360 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 1999-2009 | 0.8306 | 0.1693 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 2009-2014 | 0.8558 | 0.1442 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Área Urbana | 1989-1999 | 0.0000 | 0.8984 | 0.1016 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 1999-2009 | 0.0000 | 0.8973 | 0.1027 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 2009-2014 | 0.0167 | 0.9000 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 |
| Matorral | 1989-1999 | 0.0000 | 0.1175 | 0.8736 | 0.0086 | 0.0000 | 0.0004 | 0.0000 |
| | 1999-2009 | 0.0074 | 0.1540 | 0.8233 | 0.0024 | 0.0000 | 0.0010 | 0.0120 |
| | 2009-2014 | 0.0000 | 0.1282 | 0.8706 | 0.0012 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Pastizal | 1989-1999 | 0.0000 | 0.1688 | 0.0054 | 0.8258 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 1999-2009 | 0.0000 | 0.2315 | 0.0159 | 0.7525 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0000 |
| | 2009-2014 | 0.0000 | 0.2087 | 0.0000 | 0.7913 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| Bosque de Encino | 1989-1999 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1107 | 0.0000 | 0.8893 | 0.0000 | 0.0000 |
| | 1999-2009 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.9000 | 0.0167 | 0.0167 |
| | 2009-2014 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.9000 | 0.0167 | 0.0167 |
| Cuerpo de Agua | 1989-1999 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.9000 | 0.0167 |
| | 1999-2009 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.9000 | 0.0167 |
| | 2009-2014 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.9000 | 0.0167 |
| Vegetación Ribereña | 1989-1999 | 0.0292 | 0.0000 | 0.2910 | 0.0010 | 0.0000 | 0.0113 | 0.6676 |
| | 1999-2009 | 0.0000 | 0.1632 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.8368 |
| | 2009-2014 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.0167 | 0.9000 |

Cuadro 3. Resultados de validación K_{APPA} para los uso de suelo y vegetación simulados de 2009 y 2014.

| Cobertura Terrestre | Precisión entre Real y Simulado | |
|--|---------------------------------|---------------|
| | 2009 | 2014 |
| Agricultura | 0.8797 | 0.8563 |
| Área Urbana | 0.7863 | 0.6969 |
| Matorral | 0.8986 | 0.9542 |
| Pastizal | 0.8454 | 0.854 |
| Bosque de Encino | 0.9949 | 0.9949 |
| Cuerpos de Agua | 0.9917 | 0.9927 |
| Vegetación Ribereña | 0.9204 | 0.9898 |
| Precisión General K_{APPA} | 0.9024 | 0.9055 |

Para la simulación de coberturas terrestres de 2019 se utilizaron los resultados de la matriz de probabilidad de transición de 2009-2014. Posteriormente, se generó la cobertura del 2024 utilizando los resultados de la matriz

de probabilidad de transición de 2014-2019. Los resultados muestran que para 2019 y 2014 el área urbana continuará en crecimiento, impactando principalmente al pastizal (Figura 4).

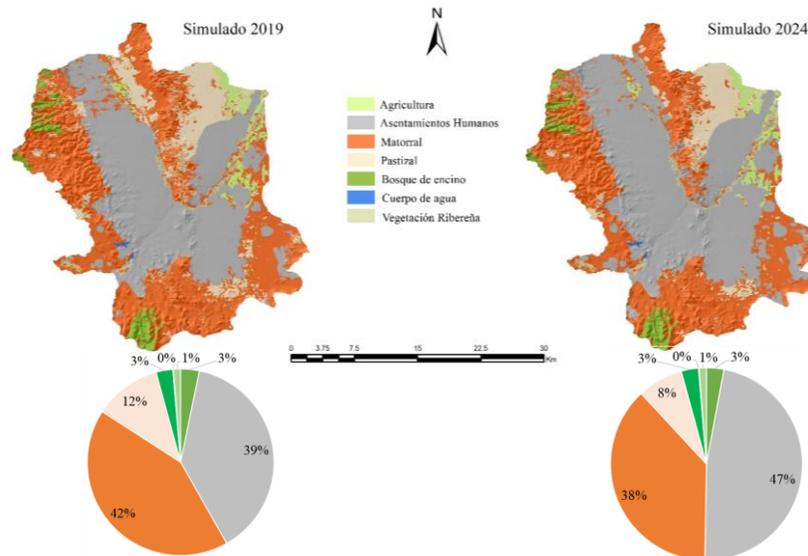


Figura 4. Uso de suelo para el año 2019 y 2024 mediante CA_Markov.

CONCLUSIONES

El monitoreo de los cambios de uso de suelo y vegetación es útil para la toma de decisiones en la gestión de los recursos naturales. El área urbana es el principal uso de suelo del área de estudio. El matorral y el pastizal son los usos de suelo más susceptibles de cambiar a otro tipo de uso de suelo. Los escenarios de los años 2019 y 2024 muestran un patrón de crecimiento urbano hacia el norte y el suroeste de la ciudad. El crecimiento será producto del incremento habitacional y el establecimiento de industrias maquiladoras cerca de las principales vías de comunicación.

LITERATURA CITADA

- Domínguez, C.; Pinedo, A.; Pinedo, C.; Villareal, F.; Palacios, L. 2015. Vegetation landscape analysis due to land use change on arid lands. *Polish Journal of Ecology* 63.
- He Ch; Okada N.; Zhang Q.; Shi P.; Li J. 2008. Modelling dynamic urban expansion processes incorporating. *Landscape and Urban Planning*, vol. 86, 79–91.
- Mitsova, D.; Shuster, W.; Wang, X. 2011. A cellular automata model of land

cover change to integrate urban growth with open space conservation. *Landscape and Urban Planning* 99:141–153.

- Mousivand, A.J.; Alimohammadi Sarab, A.; Shayan, S. 2007. A new approach of predicting land use and land cover changes by satellite imagery and Markov chain model (Case study: Tehran). MSc Thesis. Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
- Pinedo, A. 2008. Modelación de atributos de bosques templados con Landsat TM y Spot-HRV e índice de sitio como indicador de productividad, tesis Doctoral, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.
- Read, J.M.; Lam, N.S.-N. 2002. Spatial methods for characterizing land cover and detecting land-cover changes for the tropics. *Int. J. Remote Sens.* 23: 2457–2474.
- Wilkie, D.S.; Finn, J.T. 1996. *Remote Sensing Imagery for Natural Resources Monitoring*. Columbia University Press, New York.
- Yu X.J; Ng C.N. 2007. Spatial and temporal dynamics of urban sprawl along two urban-rural transects A case study of Guangzhou, China. *Landscape and Urban Planning* 79:96-109. *Planning* 87:269-278.

USO DEL HÁBITAT DE LA AVIFAUNA EN SITIOS CON DIFERENTE HISTORIAL DE PASTOREO EN EL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA (APFF)

MADERAS DEL CARMEN

BIRD HABITAT USE IN SITES WITH DIFFERENT GRAZING HISTORY ON APFF

MADERAS DEL CARMEN

COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Javier Ochoa Espinoza^{1*}, Juan Antonio García Salas²; Julio Carrera Treviño¹; Antonio Cantú de Leija²; Armando J. Contreras Balderas²; José María Torres Ayala²; Carlos Sifuentes Lugo¹; Martha Alicia Santoyo Stephano²; Oscar Ballesteros Medrano²; Hugo González Páez²; Marilyn Castillo Muñoz²; Narcedalia Galván Longoria²; Valeria González Martínez²; Carlos Gustavo Salazar Castro²; Gabriela Rendón Herrera²; José Marcelo Richaud García²; Marco Antonio Medrano Silva²; Miguel Ángel Martínez Rodríguez²; Mario Raúl Muñoz Peña² y Nadia Martínez Gallegos².

¹Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Boulevard Melchor Múzquiz Km. 2, Ciudad Melchor Múzquiz, Coahuila, C.P. 26340. ²Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Apto. postal 425, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. C.P. 66455.

*javier.ochoa@conanp.gob.mx

RESUMEN

Se compararon dos comunidades de aves en el matorral desértico con diferente historia de manejo dentro del Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Maderas del Carmen al norte de Coahuila. Se monitoreó la comunidad de aves en Jaboncillos Grandes (JG) donde el historial de pastoreo ha sido de uso continuo y Rancho Pilares (RP) donde no se ha registrado uso por ganado doméstico en los últimos quince años; durante los años 2012, 2013 y 2014 se evaluó la riqueza de especies, uso del hábitat y se obtuvo el índice de similitud, así mismo se evaluaron características estructurales del hábitat. Al comparar el índice de diversidad de Shannon para las comunidades de aves identificadas se observó que JG y RP son diferentes entre los valores obtenidos de riqueza y/o diversidad en los tres años analizados. Hay 18 especies exclusivas de JG y 52 de RP lo que tiene que ver con la presencia de cuerpos de agua y del estrato herbáceo y pastos. *Amphispiza bilineata* fue la especie más abundante en ambas comunidades; lo cual concuerda con el modelo de serie logarítmica donde hay una o dos especies abundantes y todas las demás se consideran raras o de baja abundancia, debido al predominio de un factor ambiental o de manejo. En ambas comunidades existen 11 especies que tienen algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Los índices de similitud indican que comparten el 33%, 45% y 44% de las especies de aves en los años analizados, respectivamente. En cuanto al hábitat se encontraron diferencias en el uso del estrato arbustivo en JG y de los arbustos, hierbas y pastos en RP lo cual concuerda con la estructura de la vegetación y su historia de manejo ganadero; la diversidad de avifauna si es dependiente de las condiciones del matorral y ésta fue mayor en el sitio RP, el cual presenta menos impactos directos por pastoreo de ganado.

Palabras clave: Aves, matorral desértico, pastoreo, uso del hábitat.

ABSTRACT

We compared two bird communities of desert shrub under a different livestock management history in Maderas of the Carmen Flora and Fauna Protected Area (APFF), northern Coahuila, Mexico. We monitored the bird communities of Jaboncillos Grandes (JG) where grazing history has been continuous and Rancho Pilares (RP) where no grazing by livestock has been registered in the last fifteen years; specie richness, similarity index, habitat use and structural composition were evaluated during 2012, 2013 and 2014. A comparison of the Shannon diversity index for each community shows differences between JG and RP in richness and/or diversity values in all three years of monitoring. There are 18 exclusive species of JG and 52 for RP which is linked to the presence of water and herbaceous/grassland layer. *Amphispiza bilineata* was the most abundant specie in both communities;

which agrees with the logarithmic series distribution model where one or two species are abundant and the rest is considered rare or of low abundance due to the domination of an environmental factor or management actions. 11 species of both communities are listed under a threaten status of the NOM-059-SEMARNAT-2010. Similarity index suggest that 33, 45 and 44% of the species were shared during the monitored years respectively. As regards habitat, we found differences in the use of shrubs in JG and shrub, herbs and grassland in RP; this is consistent with the vegetation structure and its livestock management history; bird diversity depends on the desert shrub conditions and this was greater at RP, which presents fewer impacts by livestock grazing.

Key words: Birds, desert shrub, grazing, habitat use.

INTRODUCCIÓN

Las aves despiertan gran interés en el público en general, tanto por las hermosas coloraciones en sus plumajes y armoniosos cantos, como por su gran importancia biológica y económica. México es uno de los países más diversos del mundo, alberga aproximadamente el diez por ciento de la biodiversidad del planeta. En el mundo se conocen alrededor de 10,000 especies de aves, y en México se encuentran aproximadamente 1,041 especies (Mittermeier y Mittermeier, 1992) de las cuales hasta ahora 398 están confirmadas para el estado de Coahuila (Garza de León *et al.*, 2007). Por otro lado desde una perspectiva eco regional el desierto Chihuahuense es el desierto más grande de Norte América, este ha sido amenazado principalmente por el crecimiento poblacional, el mal uso y manejo de agua, sobrepastoreo por ganado y la falta de conocimiento con respecto a la importancia ecológica del desierto (WWF, 2013). En cuanto a las aves se estima que alrededor de 500 aves hacen uso de este gran desierto tanto para reproducirse como hábitat de resguardo durante la migración (WWF, 2013).

El Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Maderas del Carmen cuenta con una gran variedad de ecosistemas propios del desierto Chihuahuense, que albergan una enorme diversidad de flora y fauna (CONANP, 2010). Sin embargo, al igual que

en muchos otros grupos, se conoce poco sobre la aves que ocupan esta área. Es evidente que la diversidad biológica en todo el mundo se está reduciendo debido principalmente a las actividades humanas, por lo tanto las reservas naturales y las áreas naturales protegidas tienen como propósito esencial la protección de la biodiversidad, de manera específica la actividad ganadera en el norte del país ha sido por generaciones una de las principales fuentes de trabajo y también forma parte de la cultura local, el uso de los agostaderos ha sido intenso en algunas partes del norte de la Republica, siendo los ecosistemas desérticos algunos de los más frágiles y vulnerables al tipo de herbivorismo que ejercen los ganados domésticos que en él pastan libremente (Pieper, 1999); dada la intensidad de uso ganadero en los ecosistemas que componen en desierto Chihuahuense se consideró de singular relevancia identificar los cambios en parámetros biológicos en las comunidades de aves que por efecto del pastoreo o su ausencia se están ocasionando y así discernir el valor que las aves tiene como especies indicadoras y de esta forma poder conservar y establecer programas de manejo y monitoreo dentro de un área.

A manera de hipótesis se planteó que la diversidad de la avifauna está asociada a las condiciones del matorral desértico, siendo mayor en hábitat con mayor estratificación y menos impactados; los objetivos principales fueron: a) evaluar la estructura del matorral

desértico en dos localidades dentro del APFF Maderas del Carmen (JG y RP), b) identificar las comunidades de aves para ambos sitios, así como su diversidad y densidad y, c) determinar el uso del hábitat de las especies de aves de acuerdo al uso histórico por pastoreo de ganado doméstico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El APFF Maderas del Carmen se ubica en el desierto Chihuahuense dentro del Altiplano Mexicano en el extremo noroeste del estado de Coahuila limitado por el río Bravo al norte y noroeste colindando con el Parque Nacional Big Bend en el estado de Texas, Estados Unidos, al sur con la carretera Melchor Múzquiz-La Cuesta, al este por la carretera de terracería El Melón-La Linda y al oeste y sur por la carretera Melchor Múzquiz-Boquillas del Carmen. El APFF se encuentra situada dentro de tres municipios del estado de Coahuila: Múzquiz, Ocampo y Acuña (Figura 1). Geográficamente se encuentra entre las coordenadas extremas 28° 42' 18" y 29° 22' 15" Latitud Norte; 102° 20' 56" y 102° 56' 06" Longitud Oeste. Cubre una superficie total de 208,381 ha., con un rango de altitudes que van desde los 500 msnm a la orilla del Río Bravo hasta los 2,720 msnm en los picos más altos. Se caracteriza por la predominancia de rocas mesozoicas de origen sedimentario marino. Suelo tipo litosol. Clima tipo semiseco, subtipo semiseco templado.

Vegetación.- El matorral desértico micrófilo se encuentra en las partes bajas donde las precipitaciones son escasas y las temperaturas muy altas, abundan especies como la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), el Sotol (*Dasyllirion leiophyllum*), el ocotillo (*Fouqueria splendens*), la gobernadora

(*Larrea tridentata*) y especies del género *Opuntia*. En menor grado de abundancia se encuentra el mezquite (*Prosopis glandulosa*) el gatuño (*Acacia greggii*) y el huizache (*Acacia farnesiana*) entre otros (CONANP, 2008). En las partes bajas también se pueden encontrar especies asociadas al matorral desértico rosetófilo donde destaca la presencia de candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*), la lechuguilla, yucas y palmas (*Yucca* spp), nopales (*Opuntia* spp.) y otras cactáceas del género *Echinocereus*, *Echinocactus* y *Mammillaria* (CONANP, 2008); en las cañadas y escorrentías que ocurren en la parte baja de la sierra es común encontrar mezquiales los cuales son excelentes sitios de alimentación y anidamiento para las aves. Se caracteriza por abundancia de mezquites asociados con otras especies como huizaches y gatuños entre otros. Los pastizales que se asocian a los tipos de vegetación antes mencionados, en algunos casos son muy abundantes como el caso del matorral micrófilo que se encuentra en las faldas de la sierra y en otros casos se representan en menor proporción como en el bosque de coníferas o en algunos matorrales con abundancia de gobernadora. Algunas de las especies que conforman estos pastizales se encuentran: *Bouteuola*, *Aristida*, *Dichandra*, *Evolvulus*, *Dalea*, y *Astragalus* (CONANP, 2008). El presente estudio fue realizado en las partes bajas de la sierra donde se encuentran los tipos de matorral desértico micrófilo y rosetófilo y la presencia de mezquiales, chaparrales y bosque de pino-encino en sitios donde se concentra la humedad, como en cañones, y es posible la presencia de especies de este tipo de vegetación.

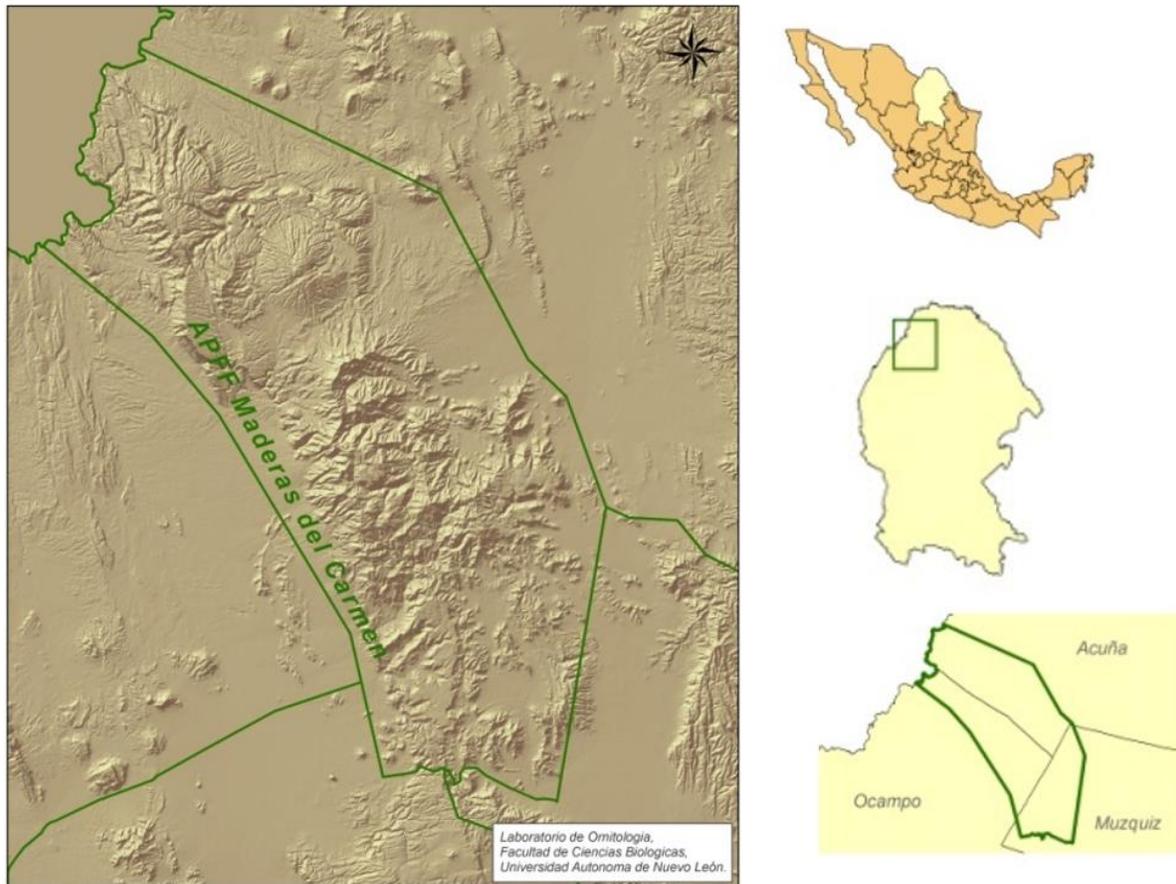


Figura 1. Localización del APFF Maderas del Carmen

Desarrollo del muestreo.- Se realizaron 22 salidas durante los años 2012, 2013 y 2014, cada visita de siete días aproximadamente y participaron al menos cinco observadores en cada una de ellas. Los sitios de muestreo fueron asignados de manera que cada uno tuviera variación en cuanto al tipo de asociación vegetal predominante (Cuadro 1). Se realizaron dos métodos de monitoreo; el primero fue en base a la metodología de puntos fijos de muestreo sugerido por Ralph *et al.* (1996), donde el punto fijo guía se ubica dentro de la parcela en su parte central y ocho puntos (estaciones fijas) más alrededor de la parcela orientados a cada punto cardinal (Figura 2).

El radio de cada estación de observación es de 25 metros y el tiempo mínimo de observación de 10 minutos, tiempo durante el cual se registran todos los individuos captados visual y auditivamente. Se toma registro de las aves que se observan en el tramo intermedio de recorrido de una estación a otra (paso entre estación) y para el computo de los datos este “tramo” se considera una estación adicional, por lo que el número de estaciones por sitio se ajusta para su análisis de nueve estaciones fijas a 17 estaciones totales (u oportunidades de avistamiento). La distancia entre cada estación es en promedio de 250 m, durante las evaluaciones se caminó aproximadamente 2500 m y el ancho del transecto que se evalúa de estación a

estación fue de alrededor de ocho metros (totalizando dos hectáreas monitoreadas en una mañana). La observación comenzaba al amanecer (tiempo que varía conforme a las estaciones del año) y tenía una duración aproximada de tres horas. Cada punto de conteo se ubicó utilizando un Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS).

El segundo método consta de recorridos o transectos que se realizaban a los alrededores de cada sitio, esto incluye cañones, cerros, así como visitas a las presas o fuentes de agua cercanas a los sitios, tratando de abarcar una mayor área y amplitud en cuanto

a asociaciones vegetales y de esta manera registrar una mayor cantidad de especies para el área. Estos recorridos se realizaban durante la tarde generalmente, cuando la temperatura no era tan alta y permitiera el movimiento de las especies. Los transectos tenían una longitud de aproximadamente tres kilómetros y se registraban todos los individuos captados visual y auditivamente. Las visitas a las presas o fuentes de agua por lo general duraban una hora y se registraban todas las especies observadas a los alrededores y también de manera auditiva. Cada presa y recorrido se registró utilizando un GPS.

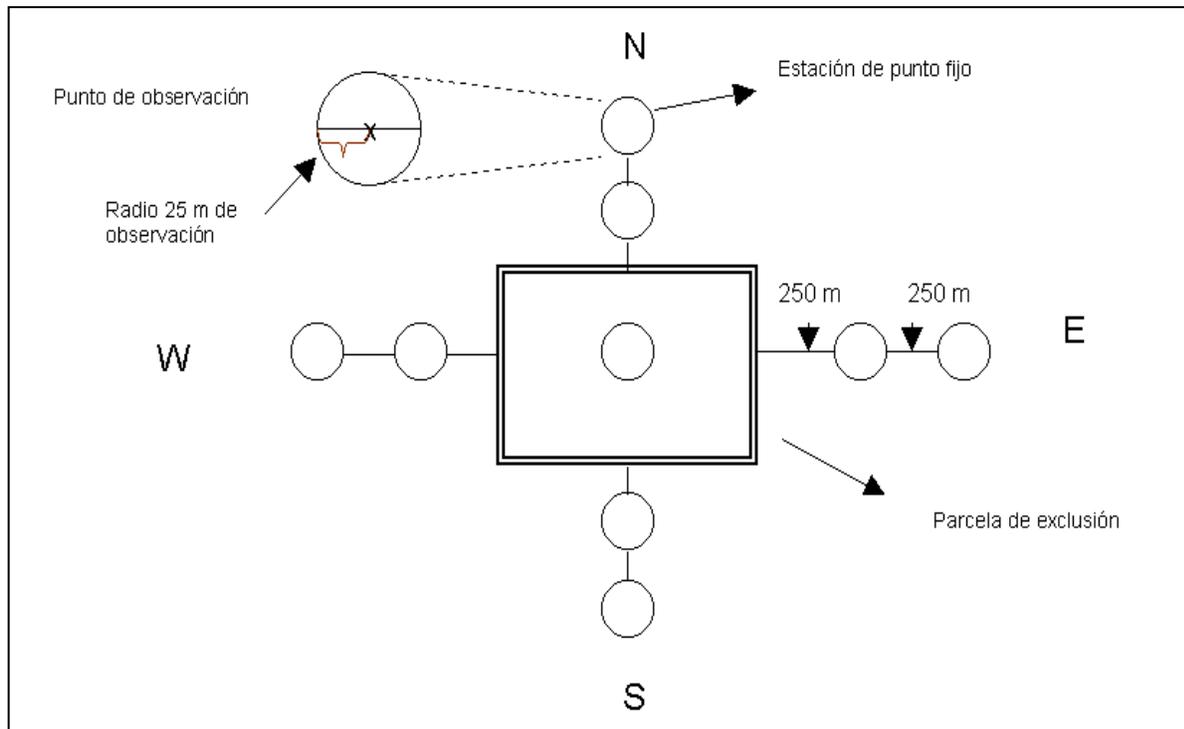


Figura 2. Puntos fijos de muestreo: punto fijo guía y estaciones fijas orientadas a cada punto cardinal.

Identificación de aves.- La observación se realizó utilizando binoculares PENTAX DCF 8X42, cada ave observada fue registrada en una libreta de campo en la cual además se tomaban datos sobre la actividad de la especie (percha, canto, vuelo, alimentación, acicalamiento, reproducción),

la hora en la que se observó y la distancia a la que se observó, esta última utilizando un distanciómetro (RANGING TLR 75). Cada día, al inicio de la observación, se registraban parámetros como viento, humedad, temperatura y nubosidad utilizando una estación climatológica

(ACURITE Model #00973). La identificación de las especies se llevó a cabo utilizando la guía de campo de National Geographic Society (2011). Mientras que para el arreglo sistemático y los nombres en inglés, se siguió el criterio de la American

Ornithologists Union (AOU) de 1998 y sus suplementos del 2012. Los nombres comunes en español de las aves se determinaron siguiendo el criterio de Birkenstein y Tomlinson (1981).

Cuadro 1. Ubicación geográfica y asociaciones vegetales de los sitios de monitoreo de aves.

| Ejido/Propiedad | Nombre del sitio | Coordenada de referencia | | Asociación vegetal predominante |
|-----------------|--------------------|--------------------------|------------|---------------------------------|
| | | W | N | |
| JG | La Palma-Exclusa | 102°40'04'' | 28°59'35'' | Matorral rosetófilo/Pastizal |
| | La Palma-Testigo | 102°40'20'' | 28°58'49'' | Matorral rosetófilo/Pastizal |
| | Pasta Seca-Exclusa | 102°43'05'' | 28°58'54'' | Matorral rosetófilo |
| | Pasta Seca- Test | 102°41'50'' | 28°58'15'' | Matorral rosetófilo |
| RP | Santa Salome | 102°38'46'' | 28°53'59'' | Matorral rosetófilo/Pastizal |
| | Res. Borregos | 102°37'43'' | 28°49'33'' | Matorral micrófilo |

La residencialidad de cada especie se tomó siguiendo el criterio de Howell y Webb (2005) y de Garza de León *et al.* (2007) siendo las categorías las siguientes: residentes (presentes todo el año), invernales (presentes durante el otoño e invierno), transitorios (de paso durante sus migraciones), veraniegos (presentes en verano), casuales (eventualmente llegan al sitio durante sus migraciones) y accidentales (llegan al sitio por algún factor externo). Los gremios se determinaron de acuerdo a Ehrlich *et al.* (1988) siguiendo los siguientes grupos: frugívoras (se alimentan de frutos), granívoras (se alimentan de semillas), herbívoro (se alimentan de plantas), insectívoras (se alimentan de insectos), nectarívoras (se alimentan de néctar), carnívoras (cazadoras), carroñeras (se alimentan de carroña), omnívoras, ictiófagos (se alimentan de peces) e invertebrados acuáticos. Las especies con algún estatus de protección se determinaron siguiendo la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) y la International Union for Conservation o Nature (IUCN red list).

Las categorías son las siguientes: en peligro de extinción (P), amenazadas (A) y sujetas a protección especial (Pr).

Evaluación del hábitat.- Se llevó a cabo una vez concluida la temporada de observación de primavera a otoño (posterior al período de lluvias, si este se presenta), los parámetros evaluados fueron los de estructura, considerando la cobertura vegetal en los tres estratos, la altura de las estructuras vegetales del estrato arbustivo y arbóreo y la riqueza de especies de plantas (Figura 3). En cinco de las diez estaciones de observación a lo largo del transecto se establecieron y midieron igual número de líneas de Canfield para medir cobertura vegetal, las líneas fueron de una longitud de 15 m; al lado contrario del transecto se establecieron para medir la altura de árboles y arbustos una línea de 20 m en la que se midió la altura de todos los árboles y/o arbustos que la intercepten, a lo largo del transecto el número total de estas líneas fue de cinco. Para conocer la riqueza de especies vegetales se estructuró un listado de las especies registradas en los dos métodos de evaluación

descritos. Se obtuvieron los siguientes parámetros que se evaluaron en dos

temporadas del año (antes y después de la temporada de lluvias):

- Porcentaje de cobertura vegetal (suelo desnudo y mantillo).
- Altura promedio de arbustos.
- Altura promedio de árboles.
- Número de especies vegetales presentes.

Algunas de las variables consideradas para caracterizar y evaluar el hábitat fueron nombre del transecto, localización geográfica, altura con respecto al nivel del mar, vegetación dominante, altura máxima de la vegetación, promedio de altura de la

vegetación, especies vegetales, cobertura total (m²), densidad total, cobertura relativa, densidad relativa, porcentaje de cobertura de herbáceas, de suelo desnudo, de matillo móvil, materia orgánica, piedras < 1 cm, Piedras > 1 cm y Cobertura basal.

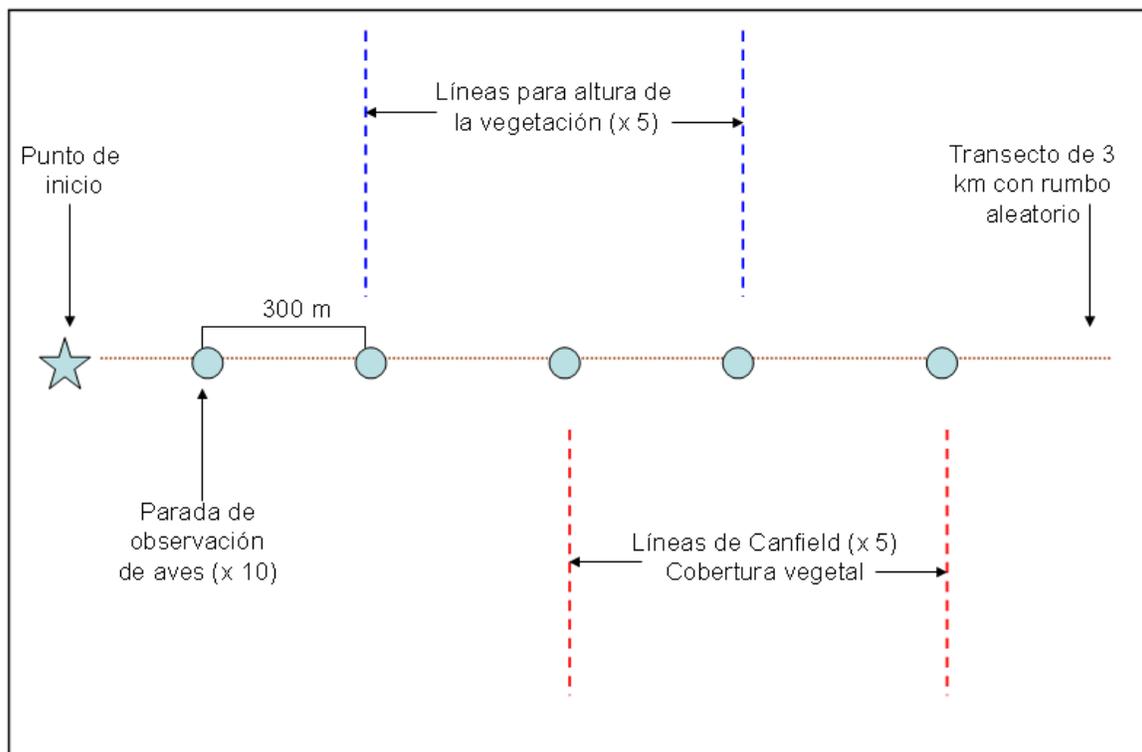


Figura 3. Diseño de muestreo para observación de aves y evaluación de hábitat mediante un transecto

Análisis de la información.- Se realizó una base de datos en Microsoft Excel 2010 donde se recopiló toda la información obtenida por cada una de las 22 salidas. Dicha base de datos se compone de las siguientes variables: 1. Salida (No.) 2. Año 3. Mes 4. Día 5. Hora 6. Minuto 7. Orden 8. Familia 9. Género 10. Especie 11. Nombre

común en Inglés 12. Nombre común 13. Residencialidad (CIPAMEX) 14. Residencialidad (Howell y Webb) 15. No. Individuos 16. Actividad 17. Gremio 18. Localidad 19. Distancia 20. Municipio 21. Estación 22. Estatus (NOM-059) 23. Estatus (IUCN). A partir de esta base de datos se

procesó la información para obtener los resultados.

Una forma de medir la diversidad de especies es a través de los modelos de abundancia que describen la distribución de la abundancia de las especies por estación (Magurran, 1989). Los índices bioestadísticos utilizados para evaluar la comunidad son los siguientes: diversidad: Serie Logarítmica (Fisher *et al.* 1943), Simpson (Magurran, 1989), Shannon (Magurran, 1989). Similitud: Jaccard (Moreno, 2001). Todos los modelos fueron procesados utilizando el programa Paleontological Statistics (PAST) versión 2.11 (2011), y para realizar comparaciones entre el índice de diversidad de Shannon entre sitios se utilizó una prueba “T” con $\alpha=0.05$ y $g.l.=\infty$.

RESULTADOS

Avifauna.- La frecuencia de evaluación descrita (salidas, días, participantes) representó un esfuerzo de muestreo de 4,400 hrs/hombre durante los tres años. En JG de registraron 105 especies dentro de un total de 4,244 individuos observados y en el RP 139 especies en 2,831 individuos. Con respecto a su residencialidad en JG el 91% de las especies son residentes, en comparación con RP donde el 80% de las especies también lo es.

Las 18 especies exclusivas de JG fueron: *Accipiter striatus*, *Aix sponsa*, *Aquila chrysaetos*, *Archilochus alexandri*, *Buteo swainsoni*, *Carpodacus mexicanus*, *Catherpes mexicanus*, *Charadrius vociferus*, *Coragyps atratus*, *Cyrtonix montezumae*, *Icterus cucullatus*, *Melanerpes aurifrons*, *Nyctidromus albigollis*, *Passerina amoena*, *Podiceps nigricollis*, *Sphyrapicus nuchalis*, *Tachycineta thalassina*, y *Vireo atricapilla*; mientras que las 52 especies que se presentaron solo en RP fueron: *Actitis*

macularia, *Anas americana*, *Anas diazi*, *Anas platyrhynchos*, *Arremonops rufivirgatus*, *Aythya collaris*, *Bubulcus ibis*, *Buteogallus anthracinus*, *Butorides virescens*, *Calidris bairdii*, *Calidris mauri*, *Calidris minutilla*, *Calothorax Lucifer*, *Caprimulgus vociferus*, *Chordeiles acutipennis*, *Chordeiles minor*, *Colaptes auratus*, *Coturnicops noveboracensis*, *Euphagus cyanocephalus*, *Falco mexicanus*, *Fulica americana*, *Geothlypis trichas*, *Hirundo rustica*, *Icteria virens*, *Icterus parisorum*, *Megaceryle alcyon*, *Meleagris gallopavo*, *Melospiza lincolni*, *Nyctanassa violacea*, *Oreothlypis celata*, *Pandion haliaetus*, *Passerina ciris*, *Passerina versicolor*, *Phalaropus tricolor*, *Pipilo maculatus*, *Piranga flava*, *Piranga rubra*, *Plegadis chií*, *Porzana carolina*, *Sayornis nigricans*, *Setophaga palmarum*, *Sitta carolinensis*, *Spinus psaltria*, *Spiza americana*, *Tringa flavipes*, *Tringa solitaria*, *Tyrannus couchii*, *Tyrannus forficatus*, *Tyrannus verticalis*, *Vireo gilvus*, *Vireo griseus*, y *Zonothrichia albicollis*

A partir de los datos obtenidos en los muestreos de los tres años se obtuvo la abundancia específica para JG que fue *Amphispiza bilineata* (1202), *Callipepla squamata* (526), *Campylorhynchus brunneicapillus* (340), *Mimus polyglottos* (231), *Cathartes aura* (159), *Setophaga coronata* (142), *Zenaida macroura* (136), *Cardinalis sinuatus* (120), *Polioptila caerulea* (111) y *Auriparus flaviceps* (101). Para el caso del RP fueron: *Amphispiza bilineata* (636), *Callipepla squamata* (343), *Zenaida macroura* (180), *Mimus polyglottos* (124), *Cathartes aura* (111), *Campylorhynchus brunneicapillus* (109), *Melospiza fusca* (72), *Molothrus ater* (70), *Cardinalis sinuatus* (69) y *Corvus corax* (66).

Grupos funcionales.- Las especies se clasificaron en grupos funcionales para JG: insectívoros (74%), granívoros (16%), carroñeros (4%), omnívoros (3%), carnívoros (2%), nectívoro (1%), frugívoro (0.3%), herbívoro (0.3%), invertebrados acuáticos (0.3%). Para el RP son insectívoros (70%), granívoros (19%), carroñero (4%), carnívoro (3%), invertebrados acuáticos (2%), ictiófago (1%), omnívoro (0.25%), herbívoro (0.25%), nectívoro (0.25) y frugívoro (0.25%).

Diversidad de aves.- A partir de los datos de abundancia y riqueza de las especies de aves de ambos sitios de muestreo se obtuvo la diversidad de aves. Los resultados obtenidos indican que JG presentó una menor diversidad con un valor del índice de Shannon $H=2.991$ con respecto al RP que tiene un valor de diversidad de Shannon igual a $H= 3.454$. Y al comparar el índice de diversidad de Shannon mediante una prueba "T" con $\alpha=0.05$ y $g.l.=\infty$; tenemos que JG y RP tienen diferencias entre los valores obtenidos para la riqueza y/o diversidad en los tres años analizados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores de biodiversidad (índice de Shannon, H) y varianza de dos comunidades de aves evaluadas en el APFF Maderas del Carmen del 2012 al 2014

| Año | H | | Varianza | | P-value |
|------|-------|-------|----------|---------|------------|
| | JG | RP | JG | RP | |
| 2012 | 2.848 | 3.343 | 0.00122 | 0.00234 | (< 0.005) |
| 2013 | 2.737 | 3.596 | 0.00224 | 0.00221 | (< 0.005) |
| 2014 | 2.789 | 2.997 | 0.00193 | 0.00136 | (= 0.0003) |

Otra forma de medir la diversidad de especies es a través de los modelos de abundancia que describen la distribución de la especie de acuerdo a la abundancia, los resultados de este tipo de análisis demuestran que en los dos casos (JG, Fig. 4; y RP, Fig. 5) la diversidad basada en la abundancia de las especies se ajustó mejor a una serie logarítmica donde hay un pequeño valor para las especies abundantes y una gran proporción de especies raras, las especies que contienen un solo individuo son siempre las mayores ($X^2_c > X^2_t$, $p>0.05$); lo cual sugiere que está asociado con una comunidad dominada por un número mínimo de factores que dominan las relaciones ecológicas de las comunidades de aves en las estaciones (Magurran, 2004).

Esto tendría sentido para un tipo de vegetación restringido, como los pastizales en el APFF Maderas del Carmen, y que generalmente se encuentran inmersos en una matriz de matorrales áridos o semiáridos. De igual forma se aplicó el Índice de Similitud de Jaccard y se obtuvo que las comunidades de aves de JG y RP tienen una similitud del 33% en el 2012; 45% en el 2013 y 44% en el 2014.

Especies listadas con alguna categoría de riesgo.- En el monitoreo de aves de Jaboncillos el Grande y Rancho Pilares se identificaron 11 especies que se encuentran bajo algún estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cuadro 3).

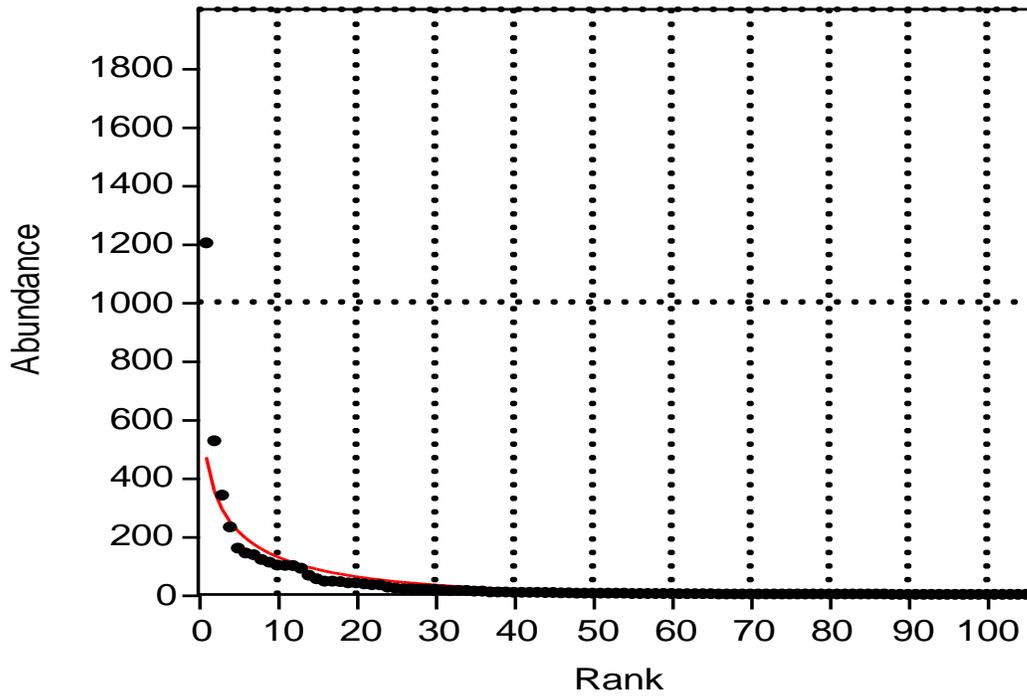


Figura 4. Serie logarítmica ($X^2_c > X^2_t$, $p > 0.05$) del sitio JG, basada en la abundancia

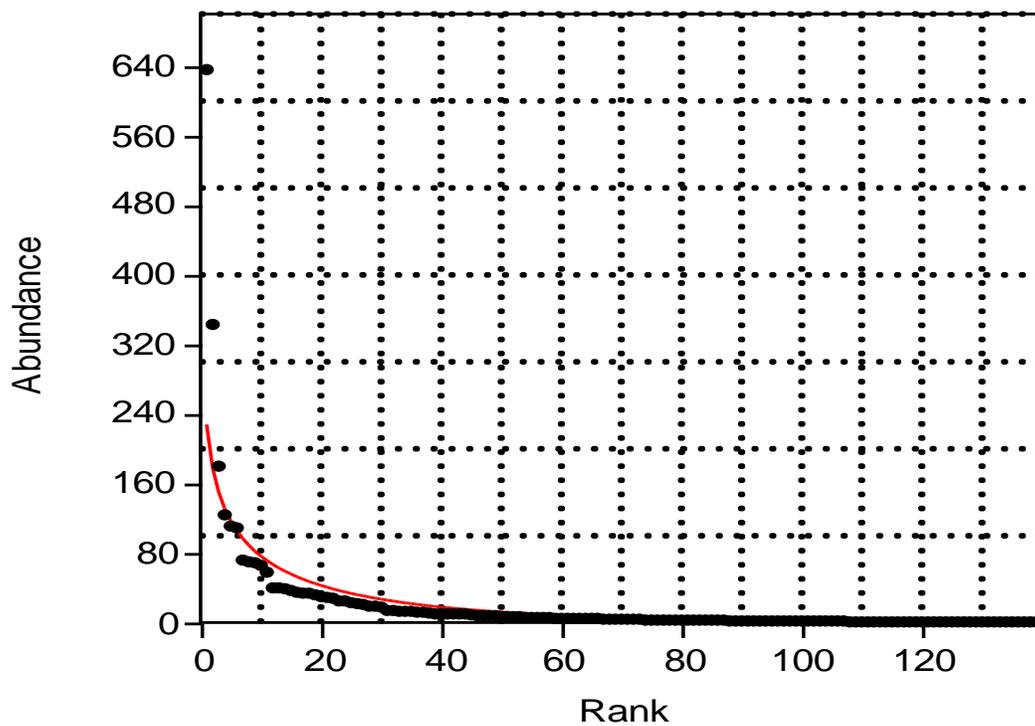


Figura 5. Serie logarítmica ($X^2_c > X^2_t$, $p > 0.05$) del sitio RP, basada en la abundancia

Cuadro 3. Especies de aves listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

| ESPECIE | ESTATUS | LOCALIDAD |
|----------------------------|----------------------|-----------|
| <i>Anas diazi</i> | Amenazada | RP |
| <i>Accipiter cooperii</i> | Protección Especial | ambas |
| <i>Accipiter striatus</i> | Protección Especial | JG |
| <i>Aquila chrysaetos</i> | Amenazada | JG |
| <i>Buteo albonotatus</i> | Protección Especial | Ambas |
| <i>Buteo swansonii</i> | Protección Especial | RP |
| <i>Falco peregrinus</i> | Protección Especial | Ambas |
| <i>Geothlypis tolmiei</i> | Amenazada | RP |
| <i>Passerina ciris</i> | Protección Especial | RP |
| <i>Vireo atricapilla</i> | Peligro de Extinción | JG |
| <i>Cyrtonyx montezumae</i> | Protección Especial | JG |

Evaluación de hábitat.- En los sitios sujetos a pastoreo continuo de la localidad de JG el tipo de vegetación dominante fue el matorral rosetófilo, la altura promedio de la vegetación fluctuó entre 1.80 m y 1.90 m, siendo el sotol (*Dasyilirion texanum*) y el granjeno (*Celtis pallida*) las especies de matorral mejor representadas de acuerdo a los valores estructurales de cobertura y densidad relativas (Cuadro 4), las gramíneas más representativas fueron dos del género *Bouteloua*, el zacate navajita azul (*B. gracilis*) y el zacate banderita (*B. curtipendula*), la cobertura de especies del estrato herbáceo fue en promedio del cinco por ciento. En contraste en los sitios evaluados dentro de la localidad RP las especies más representativas fueron el mezquite y la lechuguilla y el promedio de altura de la vegetación un poco menor en comparación con JG (1.65 m) y la cobertura de herbáceas fue de 8.6%. Las especies comunes entre las dos localidades evaluadas fueron: el huizache (*A. farnesiana*), el guajillo (*A. greggii*), la lechuguilla y el mezquite, siendo los mezquites y los huizaches dos de las principales especies preferidas para la colocación de nidos.

En lo relacionado a la composición estructural de las coberturas a ras de suelo, la

localidad de JG presentó 16% más de suelo desnudo que la localidad RP, en contraste el porcentaje de materia orgánica acumulada en el suelo es casi del doble en RP donde hay que recordar que no existe pastoreo desde hace 15 años, entre las coberturas de piedras no hubo diferencia, pero la cobertura basal de las especies existentes es mayor en el área con pastoreo (Cuadro 5). En la localidad de JG el pastoreo ha sido continuo y se estimaron entre 900 y 1000 unidades animal haciendo uso de los recursos vegetales, y se calculó un coeficiente de agostadero de 56 hectáreas por unidad animal, lo que al traducirse en la superficie disponible de esa parte del ejido (10,000 hectáreas), arroja un aproximado de 125% de sobrecarga.

DISCUSIÓN

Dos factores principales subrayan los efectos del pastoreo en relación al comportamiento de las aves en los sitios estudiados: a) el comportamiento natural de la avifauna en cuanto a la libre elección de sitios indicando una condición de calidad de hábitat y estado de manejo sobre el ecosistema usado para pastoreo (positivo o negativo), y b) las modificaciones en la estructura de la vegetación y en general del paisaje ocasionadas definitivamente por la ausencia o presencia de ganado en libre pastoreo.

Elección de sitios por la avifauna.- Durante mucho tiempo se han considerado las características del hábitat como un factor que determina la abundancia y riqueza de las aves. En este trabajo se consideraron los valores de diversidad de las aves encontrados en las comunidades de JG y RP en el APFF Maderas del Carmen y se infirió que existe una diferencia significativa entre ellas; no obstante que las comunidades de aves de ambos sitios están estructuradas de una manera similar de acuerdo al modelo de abundancia que es la serie logarítmica. Es

importante resaltar, antes de analizar las comunidades que de la gran cantidad de especies exclusivas del RP, muchas de ellas son acuáticas o semiacuáticas y tienen que ver con la presencia de cuerpos de agua o bien con los estratos de hierbas y pastos que no existen en JG en gran medida por efecto del pastoreo; estos mismos factores inciden en la residencialidad de las especies ya que el siete por ciento de las especies de JG son veraniegas e invernales, en tanto que, el 15% de las especies del RP están en las mismas categorías.

Cuadro 4. Composición estructural relativa (%) de las principales especies arbustivas en torno a las comunidades de aves evaluadas en el matorral desértico

| | Cobertura relativa | | Densidad relativa | |
|-----------------------------|--------------------|-------|-------------------|-------|
| | JG | RP | JG | RP |
| <i>Acacia farnesiana</i> | 2.85 | 13.77 | 3.91 | 3.42 |
| <i>Acacia greggii</i> | 6.08 | 11.62 | 11.14 | 8.86 |
| <i>Acacia rigidula</i> | 8.55 | | 9.68 | |
| <i>Agave angustifolia</i> | | 8.59 | | 5.65 |
| <i>Agave lechuguilla</i> | 0.05 | 12.90 | 1.62 | 44.85 |
| <i>Celtis pallida</i> | 21.84 | | 10.41 | |
| <i>Cordia boissieri</i> | 4.15 | | 3.91 | |
| <i>Dasyllirion texanum</i> | 29.65 | | 28.43 | |
| <i>Fouquieria splendens</i> | | 16.29 | | 11.08 |
| <i>Jatropha dioica</i> | | 0.56 | | 4.23 |
| <i>Larrea tridentata</i> | | 6.20 | | 13.88 |
| <i>Opuntia</i> sp. | 3.35 | | 15.05 | |
| <i>Prosopis glandulosa</i> | 23.51 | 27.66 | 15.88 | 6.24 |
| <i>Yucca carnerosana</i> | | 2.44 | | 1.81 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

La especie *Amphispiza bilineata* fue la más abundante en ambos sitios y este resultado apoya lo obtenido por Pidgeon *et al.* (2003) para el hábitat de matorral desértico encontrando hasta 0.39 individuos por hectárea y Raitt y Maze (1968) en una comunidad de matorral dominada por gobernadora al sur de Nuevo México. Además, *A. bilineata* junto a las otras especies principales del área, son especies altamente adaptadas a hábitats desérticos. Su

éxito tiene que ver con el uso que hace del follaje disponible y la cantidad de volumen de follaje en el sitio, por lo que sus territorios se incrementan en lugares donde se presentan hábitat de baja calidad. Al relacionar la densidad de esta especie y la cobertura de la vegetación, existe una relación positiva ya que a mayor volumen del follaje resulta en una mayor cantidad de insectos presa y más sitios potenciales de nidación.

Cuadro 5. Valores porcentuales (%) de la cubierta del suelo en dos sitios de evaluación de aves

| SITIO | Suelo desnudo | Materia orgánica | Piedras < 1 cm | Piedras > 1 cm | Cobertura basal | TOTAL |
|-------|---------------|------------------|----------------|----------------|-----------------|-------|
| JG | 28.35 | 36.11 | 5.87 | 15.55 | 11.36 | 100 |
| RP | 10.67 | 62.5 | 4.92 | 14.11 | 6.33 | 100 |

En este estudio la presencia de *A. bilineata* es más dependiente a las estructuras modificadas que a la disponibilidad sobrada de coberturas para anidar, en el sitio RP la asociación vegetal de lechuguilla-gobernadora es muy característica del lugar, sin embargo los sitios con mayor riqueza en asociación presentaron más actividad de aves, a este respecto Anderson y Anderson (1946), realizaron un estudio en el desierto de Arizona donde la gobernadora representaba un elemento estructural importante en la vegetación, la ocurrencia de avifauna fue sumamente escasa, sin embargo cuando ocurre una asociación de gobernadora, mezquites, cactáceas y gatuño se observa que un gran número de aves hacen uso de este hábitat, en el mismo sentido Dixon (1959), evaluó los tipos de hábitats preferidos por aves en temporada de reproducción en el área de Black Gap y el Parque Nacional del Big Bend en Texas, determinó que las mayores densidades de aves se presentaban en áreas donde ocurrían las asociaciones de *Larrea tridentata*, *Agave lechuguilla*, *Dasyilirion leiophyllum*, *Acacia constricta*, *Leucophyllum* sp., y *Forestiera angustifolia*, otros investigadores (Contreras-Balderas, 1998; García-Salas, 1992; Raitt y Maze, 1968; Tomoff, 1974) realizaron estudio en ecosistemas desérticos asociados a componentes estructurales de la vegetación mencionados en el presente trabajo, en más de un caso se mencionó a *A. bilineata* como la especie de ave de más amplia distribución y adaptada a sitios bajo disturbio.

Efecto de la historia de manejo sobre las modificaciones estructurales del hábitat.-

Los gremios mejor representados en ambas localidades fueron el de los insectívoros, granívoros y carroñeros. Existen diferentes factores que afectan la presencia de las especies, el matorral desértico evaluado presenta atributos de estructura que los diferencian notoriamente, en JG es un matorral de mayor altura y cobertura en el dosel, esta diferencia resulta en mayor espacio disponible en la búsqueda de alimento, en tanto que en el RP el matorral es más bajo con la presencia de hierbas y pastos lo que reduce el número de espacios disponibles para la búsqueda de alimento. En otras palabras, al analizar el uso del hábitat, la diferencia en territorios se presenta seguramente por la condición del hábitat, que determina el tamaño del territorio de la especie. La posible causa de que algunas especies sean más abundantes que otras, puede ser el volumen del dosel o cobertura y a su vez por el espacio disponible que utilizan las especies, ya que a mayor densidad, más pequeño es el territorio, en un estudio realizado en pastizales abiertos de Nuevo México Nelson et al. (1997) encontraron que los sitios con más impacto por pastoreo donde además la vegetación dominante era la del estrato medio (matorrales) albergaba mayor número de aves, en el mismo sentido Agnew et al. (1986) encontraron mayor diversidad y riqueza de especies de aves dentro de colonias de perrito de la pradera que fuera de ellas, acentuando que la condición de presencia del roedor ocasiona igualmente fuertes modificaciones en la estructura del hábitat.

Cualquier cambio negativo sobre el hábitat se vería reflejado principalmente sobre aquellas especies de aves con poca representatividad, que son la mayoría, y de estas algunas son aun de mayor sensibilidad ya que se encuentran bajo algún estatus de protección debido a la restricción de su distribución o la rápida disminución en sus poblaciones como son las 11 con algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CONCLUSIONES

La permanencia estacional en JG y RP del 91 y 80% de especies residentes en ambas localidades y de 7% y 15% de especies veraniegas o invernales, confirma el papel del APFF Maderas del Carmen como un corredor biológico.

El grupo dominante en ambas áreas es de los insectívoros, seguido de granívoros y carroñeros. Sin embargo los volúmenes de forraje en la localidad de JG son muy escasos por lo que otros factores de estructura de la vegetación están influyendo en el uso de hábitat de algunas especies.

Siguiendo el criterio de Knopf (1996) y Smith y Lomolino (2004) de la avifauna presente en el área de estudio cuatro especies están en la categoría de primarias para pastizales: *Charadrius montanus*, *Peucaea cassinii*, *Calamospiza melanocorys* y *Ammodramus bairdii* y 13 especies son secundarias para el mismo hábitat: *Ictinia mississippiensis*, *Circus cyaneus*, *Buteo swainsoni*, *Falco mexicanus*, *Athene cunicularia*, *Lanius ludovicianus*, *Spiza americana*, *Spizella pallida*, *Pooecetes gramineus*, *Chondestes grammacus*, *Passerculus sandwichensis*, *Ammodramus savannarum* y *Sturnella neglecta* y *S. magna*.

Según el criterio CEC y TNC (2005), las especies focales para el Desierto Chihuahuense presentes en el área de estudio son: *Callipepla squamata* (alto), *Charadrius montanus* (bajo), *Athene cunicularia* (alto), *Lanius ludovicianus* (moderado), *Peucaea cassinii* (moderado), *Calamospiza melanocorys* (alto) y *Ammodramus bairdii* (bajo).

Los resultados de los análisis de diversidad de avifauna demuestran que en las dos localidades la diversidad basada en la abundancia de las especies se ajustó mejor a una serie logarítmica donde hay un pequeño valor para las especies abundantes y una gran proporción de especies raras, las especies que contienen un solo individuo son siempre las más abundantes.

En el año 2013 y 2014 la precipitación acumulada para el área de estudio fue mayor y constante en comparación a la del año 2012, por lo que las localidades mostraron una tendencia positiva superior al 25% de la vegetación natural presente, el vigor de los pastos y vegetación tuvo un valor de mediano a alto; se observó renuevos de plantas deseables, la materia orgánica no se acumuló en la base de las plantas y no se observó una gran cantidad de raíces desnudas; lo anterior por el incremento de los pastos y hierbas.

El historial de uso intenso genera estructuras de vegetación que proveen de mejores coberturas de resguardo y anidación, que donde la vegetación es abundante y el acceso al dosel de los arbustos es restringido, mientras que la presencia de especies de gramíneas sólo beneficia a un grupo semi dominante (el de los granívoros). La hipótesis planteada se acepta ya que la diversidad de avifauna si es dependiente de las condiciones del matorral y esta fue

mayor en el sitio RP, el cual presenta menos impactos directos por pastoreo de ganado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores deseamos agradecer el apoyo financiero del Programa de Monitoreo Biológico (PROMOBI) de la CONANP, las

LITERATURA CITADA

Agnew, W., D.W. Uresk y R.M. Hansen. 1986. Flora and fauna associated with prairie dog colonies and adjacent ungrazed mixed- grass prairie in South Dakota. *Journal of Range Management* 39:135-139.

American Ornithologists' Union. 2000. Forty-second supplement to the American Ornithologists' Union Checklist of North American Birds. *The Auk* 117:847-858.

Anderson, A.H. y A. Anderson. 1946. Notes on the use of the creosote bush by birds. *The Condor* 48(4):179.

Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. 2010. Monitoreo de aves de pastizal en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en internet desde: http://www.conanp.gob.mx/acciones/fighas/maderas_aves/info/info.pdf incluir fecha de consulta para todos los recursos disponible en línea con una leyenda "(Consultado el 5 de mayo de 2015)".

Birkenstein, L.R. y R.E. Tomlinson. 1981. Native names of Mexican Birds. Fish and Wildlife Service. United States Department of the Interior. USA. 136 pp.

CEC and TNC. 2005. North American Central grasslands priority conservation areas: technical report and

facilidades y coordinación para los trabajos realizados en las instalaciones del proyecto "El Carmen" y a una innumerable cantidad de voluntarios y técnicos de campo que han participado en las acciones de monitoreo biológico en el APFF Maderas del Carmen desde hace más de 15 años.

documentation. Eds. J.W. Karl and J. Hoth. Commission for Environmental Cooperation and The Nature Conservancy. Montreal, Quebec.

CONANP. 2008. Área de Protección de Flora y Fauna Madera del Carmen. México. Reporte anual de monitoreo de aves (Línea estratégica: conocimiento). 15 pp.

CONANP. 2010. Monitoreo de aves de pastizal en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, reporte anual (Línea estratégica: conocimiento), 18 pp.

Contreras-Balderas, A.J. 1998. Dinámica estructural de la comunidad de aves en un matorral de gobernadora *Larrea tridentata* mediante índices bioestadísticos, en García, centro-oeste de Nuevo León, México. Tesis de Doctor en Ciencias Biológicas, U.A.N.L.

Dixon, K.L. 1959. Ecological and distributional relations of desert scrub birds of western Texas. *Condor* 61(6):397-409.

Ehrlich, P.D., S. Dobkin y D. Wheye. 1988. *The birder's handbook: A field Guide to the Natural History of North American Birds*. Simon and Schuster Inc. New York, 785 pp.

García-Salas, J.A. 1992. Zoogeografía y algunos índices biológicos de la ornitofauna del matorral desértico micrófilo de *Larrea tridentata* en el

- Valle de Cuatrociénegas, Coahuila, México. 116pp. Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L.
- Garza de Leon, A., Moran, I., Valdes, F., Tinajero, R. 2007. Coahuila, in: Ortiz-Pulido, R., Navarro-Sigüenza, A., Gómez de Silva, H., Rojas-Soto, O., Peterson, T.A. (Eds.), Avifaunas Estatales De México. Pachuca, Hidalgo, México, pp. 98–136.
- Howell, S.N.G. y Webb, S. 2005. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. 6ta Impresion. New York, USA.
- Magurran, A.E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedral. Primera Edición. Barcelona, España. Pp 9-53.
- Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G. 1992. La Importancia de la Diversidad Biológica de Mexico.pdf, in: Sarukhán, J., Dirzo, R. (Eds.), México Ante Los Retos De Biodiversidad. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, Mexico, pp. 63–73.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- National Geographic Society. 2011. Field Guide for North American Birds. 6th Edition. Washington, D. C. Pp. 503.
- Nelson, T., J.L. Holechek, R. Valdez y M Cardenas. 1997. Wildlife numbers on late and mid seral Chihuahuan desert rangelands. Journal of Range Management 50:593-599.
- Pidgeon, A. M., Radloff, V. C. y Mathews N. E. 2003. Landscape-scale Patterns of Black-Throated Sparrow (*Amphispiza bilineata*) Abundance and Nest Success. Ecological Application. 13(2). pp. 530-542.
- Pieper, R.D. 1999. Ecological implications of livestock grazing. En: Vavra, M.; W.A. Laycock y R.D. Pieper (Eds.). Ecological implication of livestock herbivory in the west. Society for Range Management, Denver, CO. p.p. 177-211.
- Raitt, R.J. y R.L. Maze. 1968. Densities and species composition of breeding birds of creosote bush community in southern New Mexico. Condor 70(3):193-205.
- Ralph, J. Geupel, G.R., Pyle, P., Martin, T.E., DeSante, D.F. y Milá, B. 1996. Manual de método de campo para el monitoreo de aves terrestres. General Technical Report PSW-GTR-159, Pacific Southwest Research Station, Forest Service, United States Department of Agriculture. U.S.A.
- Rocky Mountain Bird Observatory. 2010. Wintering Grassland Bird Densities in Chihuahuan Desert Grassland Priority Conservation Areas, 2007-2010.
- Tomoff, C.S. 1974. Avian species diversity in desert scrub. Ecology 55:396-403.
- WWF. 2013. Places: Chihuahuan Desert. [Online] Disponible en: <http://worldwildlife.org/places/chihuahuan-desert>.

**ALMACÉN DE CARBONO EN PASTIZALES HALÓFITOS CON DIFERENTE
CONDICIÓN EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA, MÉXICO**
CARBON STORAGE IN HALOPHYTE PASTURES WITH DIFFERENT CONDITION IN
CHIHUAHUA MEXICO

Sebastián Domínguez Sandoval¹, Carlos Raúl Morales Nieto^{1*} y Pedro Jurado Guerra².

¹ UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología. Km 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México. a216900@uach.mx, *cnieto@uach.mx. ² INIFAP-Sitio Experimental la Campana. Km 33.3 Carr. Chihuahua-Ojinaga. C.P. 32910, Aldama, Chi., México. *jurado.pedro@inifap.gob.mx

RESUMEN

El forraje, los servicios ambientales y el creciente mercado de bonos de carbono, son los principales factores a considerar para el establecimiento de estrategias de conservación de pastizales. El objetivo fue estimar el carbono orgánico almacenado en suelo de pastizales halófitos en diferente condición. Los sitios de estudio fueron un rancho y un ejido. En cada sitio se tomaron muestras en dos micrositos: debajo del pasto y en suelo desnudo, y a dos profundidades: 0-15 y 15-30 cm. Las muestras se analizaron en un analizador de gases CHON para determinar el % de carbono orgánico del suelo (COS). La variable evaluada fue COS, bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial y el análisis de varianza fue por medio de modelos lineales mixtos y medidas repetidas con Proc Mixed de SAS (2008). La condición del rancho resultó excelente, la del ejido regular. El COS fue influenciado ($P \leq 0.0001$) por los efectos condición, micrositio, profundidad y por la interacción condición*profundidad ($P \leq 0.0036$). El mayor % de COS lo obtuvo el rancho con 1.431 de 0-15 cm. El menor % de COS fue de 0.315 para el ejido y a una profundidad de 15-30 cm. Los niveles más altos de COS se obtuvieron en el pastizal con excelente condición, debajo de las plantas y a una profundidad de 0-15 cm. Por lo anterior, es imperativo utilizar de manera adecuada los recursos forrajeros, para incrementar la biomasa y disminuir los espacios desnudos. Los pastizales en condición pobre pueden ser rehabilitados aplicando prácticas de mejoramiento.

Palabras clave. Captura de carbono, condición del pastizal, pastizal halófito, COS.

ABSTRACT

The forage, environmental services and the growing carbon market are the main factors to consider for the establishment of strategies for the conservation of grasslands. The goal was to estimate the soil organic carbon (SOC) stock of halophyte pastures with different condition. The study sites were a commune (ejido) and a particular ranch. Samples were taken at two microsites: under the grass and bare ground, and at two depths: 0-15 cm and 15-30 cm. Soil cores were analyzed in a CHON gas analyzer to determine SOC as percentage. The evaluated variable was SOC, under a completely random design with factorial arrangement, and analysis of variance was using linear mixed models and repeated measures using SAS (2008) Proc Mixed procedure. The ranch resulted in excellent condition, the ejido was regular condition. SOC was influenced ($P \leq 0.0001$) by condition, microsite and depth effects, it was also influenced ($P \leq 0.0036$) by the condition*depth interaction. The highest SOC level was at the ranch with 1.431 at 0-15 cm. Meanwhile, the lowest SOC level was obtained in the ejido with 0.315 at 15-30 cm. Also, higher SOC measures were obtained in the pasture with excellent condition, beneath the plants and at depth of 0-15 cm. Therefore, it is imperative to use forage resources properly to increase biomass and decrease bare spaces. Pastures in poor condition can be rehabilitated by applying improvement practices.

Keywords. Carbon capture, pasture condition, halophyte pasture, SOC.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Chihuahua, los pastizales ocupan 5.8 millones de hectáreas y son la

base de la ganadería extensiva, actividad económica preponderante. Por su parte, los pastizales halófitos son ecosistemas

localizados en cuencas cerradas con altas concentraciones de humedad y sales en el suelo y ocupan una superficie de 1.2 millones de hectáreas (SEMARNAT, 2012). Además de forraje, los pastizales tienen la capacidad de proveer servicios ambientales para la sociedad, uno de ellos es la captura y almacenamiento de carbono (Brown y Thorpe, 2008). La captura de dióxido de carbono (CO₂) es un proceso natural de la vegetación y suelo y puede ser manipulado, de forma positiva como negativa, con prácticas como el pastoreo, fuego controlado, revegetación, uso de variedades mejoradas entre otras (Conant *et al.*, 2001; Reeder y Schuman, 2002; Derner *et al.*, 2005). Son numerosos los estudios que demuestran que un adecuado uso de los pastizales resulta en un aumento en el almacén de carbono en el suelo, de igual manera, la utilización de los mismos es más beneficiosa que la exclusión al pastoreo (Reeder y Schuman, 2002; Schuman *et al.*, 2002; Campbell *et al.*, 2004). Por la importancia de la captura de carbono, se desarrolló un mecanismo financiero que permite pagar tal captura a través de la venta de bonos de carbono, que puede permitir un ingreso económico extra (Martínez, 2001). Para el año 2010 el mercado mundial de bonos de carbono registró 141 billones de dólares y se espera que alcance los 565 billones de dólares para el año 2020 (Linacre *et al.*, 2011). Por lo anterior, la determinación del almacén de carbono en los diferentes ecosistemas es esencial para el ingreso al creciente mercado mundial de bonos de carbono. El objetivo fue estimar el porcentaje de carbono orgánico del suelo y

el almacén de carbono en suelos de pastizales halófitos del municipio de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en pastizales halófitos de dos sitios vecinos, un ejido y un rancho, ambos en el municipio de Chihuahua. Se realizaron tres fechas de muestreo: junio 2010, noviembre 2010 y noviembre 2011. Se determinó la condición de los sitios de acuerdo a la metodología de Dyksterhuis *et al.* (1949) y COTECOCA (1978). Se establecieron tres parcelas experimentales en cada sitio y en cada parcela se establecieron 3 transectos. A mitad de cada transecto se tomaron cuatro muestras de suelo con una barrena cilíndrica. Los muestreos se tomaron en dos micrositios: suelo desnudo y debajo de zacate dominante y a dos profundidades: 0-15 cm y 15-30 cm. Las muestras se secaron al aire libre y se tamizaron en una malla de 1.1 mm. Se formó una muestra compuesta por cada parcela con las muestras de los tres transectos para cada combinación de micrositio x profundidad, con un total de 12 muestras compuestas de suelo por sitio. Las muestras se analizaron en un analizador elemental de gases CHON para determinar el porcentaje de carbono orgánico del suelo (COS). Se realizaron estimaciones de la densidad aparente del suelo (DAP) por el método del cilindro en cada sitio. El porcentaje de suelo se determinó por medio de tamizado, eliminando raíces, grava y piedra. Finalmente, se estimó el almacén de carbono en cada sitio con la siguiente fórmula:

$$\text{Ton C ha}^{-1} = 10,000 \times (\% \text{ COS}/100) \times \text{Profundidad Suelo} \times \text{DAP} \times \% \text{ suelo}$$

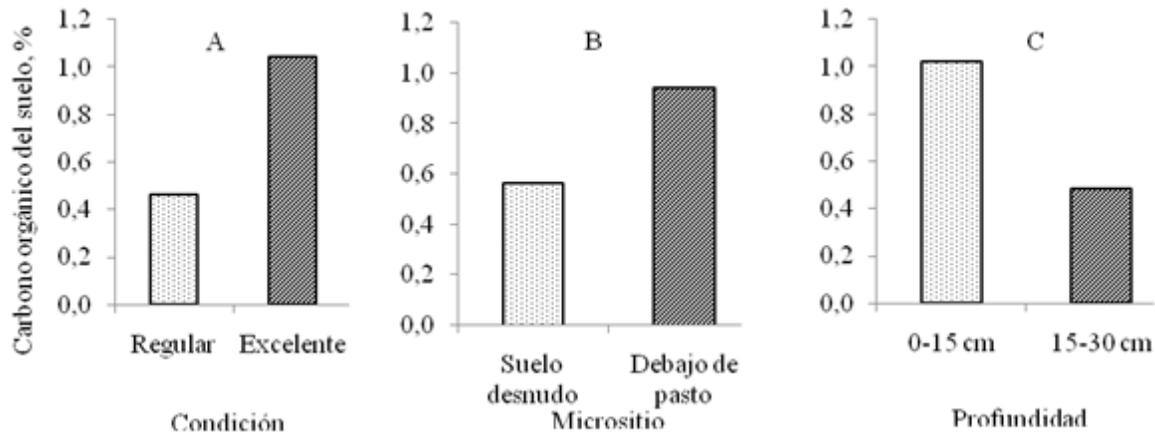
La variable evaluada fue COS, cuyos datos fueron analizados bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (Kirk, 1982). El análisis de varianza

consideró los factores condición, micrositio y profundidad de suelo por medio de modelos lineales mixtos y medidas repetidas con Proc Mixed (SAS, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La condición del ejido resultó en regular mientras que la del rancho resultó en excelente. La Gráfica 1 muestra el

comportamiento de COS. El COS fue influenciado por los efectos: condición ($P \leq 0.0001$), micrositio ($P \leq 0.0001$) y profundidad ($P \leq 0.0001$).



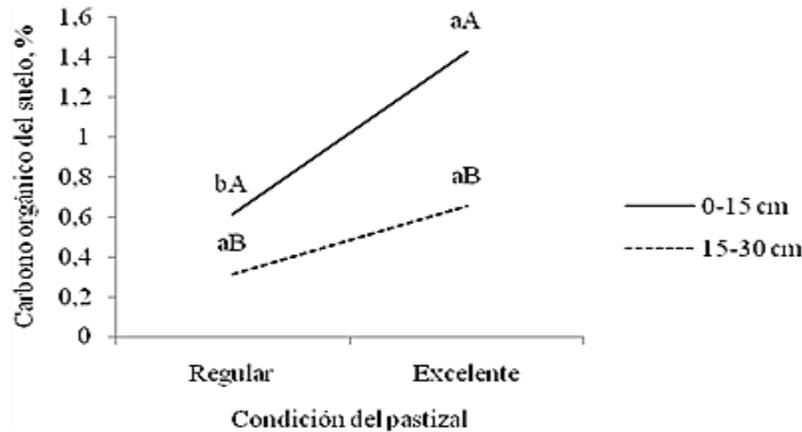
Gráfica 1. Contenido de carbono orgánico del suelo (COS) A) en diferente condición (regular y excelente), B) en dos micrositios (suelo desnudo y debajo de pasto) y C) a dos profundidades (0-15 cm y 15-30 cm) en un pastizal halófito en Chihuahua.

Además, el COS fue afectado por la interacción condición*profundidad ($P \leq 0.0036$) cuyo rango fluctuó desde un mínimo de $.315 \pm 0.07\%$ en condición regular/profundidad de 15-30 cm hasta un máximo de $1.431 \pm 0.07\%$ en condición excelente/profundidad de 0-15 cm (Gráfica 2). El rancho presentó el mayor contenido de COS lo cual puede atribuirse a que una mayor concentración de plantas, y por ende de raíces, impacta de forma positiva en la captura y almacén de carbono en el suelo. Al respecto, Medina-Roldán *et al.* (2008) reportaron 22 % más carbono en un pastizal mediano con pastoreo moderado (condición excelente) en comparación con áreas con sobrepastoreo (condición mala); sin embargo, no hubo diferencias significativas entre una condición excelente y una regular. El factor micrositio fue igualmente relevante. Las mayores concentraciones de COS se observaron debajo de las plantas, que fueron mayores en un 40 % en

comparación al suelo desnudo. Medina-Roldán *et al.* (2008) encontraron una distribución de 14 % más carbono debajo de plantas que en los interespacios abiertos en un pastizal mediano. De igual manera, la profundidad está directamente relacionada con el COS. La mayor cantidad de COS se encontró en las muestras más superficiales (profundidad de 0-15 cm), tanto en interespacios abiertos como debajo de la planta. Esta tendencia puede ser atribuida a una mayor presencia de raíces a una profundidad de 0-15 cm en comparación con una profundidad de 15-30 cm. De igual forma, una mayor concentración de nutrientes, un mayor intercambio gaseoso y una mayor cantidad de materia orgánica hacen que el sistema de captura y almacén de carbono sea más dinámico. Las mismas tendencias las observaron Bird *et al.* (2002) en un pastizal semiárido, donde el COS resultó mayor debajo de la planta y a menor profundidad. Sin embargo, no hubo

diferencia significativa entre los datos anteriores probablemente debido a la diversidad y biomasa microbial de los suelos en los sitios estudiados. La condición no tuvo efectos significativos sobre la

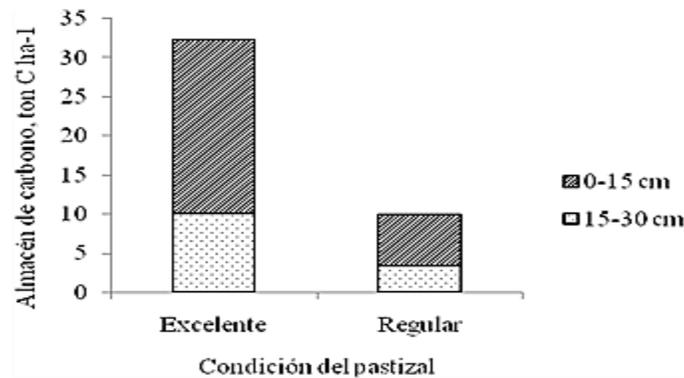
distribución horizontal de COS (condición*micrositio). De igual manera, el micrositio no afectó la distribución vertical de carbono (micrositio*profundidad), al igual que lo que reportaron Bird *et al.* (2002)



Gráfica 2. Contenido de carbono orgánico del suelo (COS) en un pastizal halófito con diferente condición (excelente y regular) y profundidad de suelo (0-15 y 15-30 cm) en Chihuahua.

Finalmente, el almacén de carbono resultó mayor en el pastizal en condición excelente con 32.36 ton C ha⁻¹ en comparación con el ejido, cuyo almacén resultó en 9.96 ton C ha⁻¹ a profundidad de 30 cm (Gráfica 3). En

pastizales medianos en Estados Unidos se han encontrado almacenes de 47.4 ton C ha⁻¹ (Franzluebbers, 2009). El almacén de carbono fue mayor a una profundidad de 0-15 cm en ambos casos.



Gráfica 3. Almacén de carbono en suelo (ton C ha⁻¹) en un pastizal halófito en diferente condición (excelente y regular) y a una profundidad de 0-30 cm en Chihuahua

CONCLUSIONES

Las mayores concentraciones de carbono se encontraron en el pastizal con condición excelente (rancho). De igual manera, a una

profundidad de 0-15 cm y debajo del pasto el COS fue mayor. También, el almacén de carbono fue mayor en el rancho que en el ejido. Por lo anterior, es imperativo utilizar de manera adecuada los recursos forrajeros,

con la finalidad de incrementar la biomasa y disminuir los espacios desnudos.

Los pastizales en condición pobre pueden ser rehabilitados aplicando prácticas de mejoramiento.

Dada su extensión, estos pastizales pueden contribuir en la mitigación del cambio climático para beneficio de la sociedad.

Estos resultados pueden ser la base para diseñar programas de bonos de carbono en pastizales halófitos del estado de Chihuahua.

LITERATURA CITADA

- Bird, S. B., J. E. Herrick, M. M. Wander y S.F. Wright. 2002. Spatial heterogeneity of aggregate stability and soil carbon in semi-arid rangeland. *Environmental Pollution* 116(3):445–455.
- Brown, J. R. y J. Thorpe. 2008. Climate change and rangelands: responding rationally to uncertainty. *Rangelands*. 30(3): 3-6.
- Campbell, S., S. Mooney, J. P. Hewlett, D. J. Menkhaus y G. F. Vance. 2004. Can ranchers slow climate change? *Rangelands*. 26(4):16-22.
- Conant, R. T., K. Paustian y E. T. Elliott. 2001. Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological Applications*. 11(2):343–355.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Chihuahua. SARH. México, D.F. 234.
- Derner, J.D., G. E. Schuman, M. Jawson, S. R. Schafer, J. A. Morgan, H. W. Polley, G. B. Runion, S. A. Prior, H. A. Torbert, H. H. Rogers, J. Bunce, L. Ziska, J. W. White, A. J. Franzluebbbers, J. D. Reeder, R. T. Venterea y L. A. Harper. 2005. USDA-ARS global change research on rangelands and pasturelands. *Rangelands*. 27(5):36-42.
- Dyksterhuis, E. J. 1949. Condition and management of range land based on quantitative ecology. *Journal of Range Management*. 2(3):104-115.
- Franzluebbbers, A. L. 2009. Soil organic carbon in managed pastures of the southeastern United States of America. *In: M. Abberton; R. Conant; C. Batello (Eds.). Grassland carbon sequestration: management, policy and economics. Proceedings of the Workshop on the role of grassland carbon sequestration in the mitigation of climate change. Rome, Italy, FAO. Integrated Crop Management. Vol. 11-2010. pp. 163-175.*
- Kirk, R. E. 1982. *Experimental Design*. 2a ed. Brooks/Cole Publishing Co. Monterey, Cal.
- Linacre, N., A. Kossoy y P. Ambrosi. State and trends of the carbon market, 20011. The World Bank. Washington, DC, E.U.A.
- Martínez, S. J. L. 2001. La captura de carbono ¿De qué se trata eso?. *Kuxilkab´ Revista de divulgación*. 7(13):13-25.
- Medina-Roldán E., J. T. Arredondo, E. Huber-Sannwald, L. Chapa-Vargas y V. Olalde-Portugal. 2008. Grazing effects on fungal root symbionts and carbon and nitrogen storage in a shortgrass steppe in central Mexico. *Journal of Arid Environments*. 72(4): 546-556.
- Reeder, J. D. y G. E. Schuman. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*. 116(3):457-463.
- SAS Institute Inc. 2008. SAS ver. 9.2. Statistical Analysis Software. Cary, North Carolina.
- Schuman, G.E., H.H. Janzen y J. E. Herrick. 2002. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. *Environmental Pollution*. 116(3):391-396.
- SEMARNAT. 2012. Atlas del medio físico, biótico y ambiental del Estado de Chihuahua, México.

LA MATERIA ORGÁNICA MEJORA LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO AGRÍCOLA

ORGANIC MATTER IMPROVES FARMING PHYSICAL SOIL PROPERTIES

Murray Núñez Rafael Martín^{2*}, Maria. Guadalupe Orozco Benitez¹, Gilberto González

Rodríguez² y Oyolsi Najera Gonzalez.²

¹UAN Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Chapalilla. ²Profesores-Investigador de la Universidad Autónoma de Nayarit UAN. *ramurray_13@hotmail.com.

RESUMEN

Se planteó analizar el comportamiento del contenido de materia orgánica de un suelo y los cambios ocurridos en algunas propiedades físicas. Este trabajo se llevó a cabo dentro de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), en el cual se valoraron propiedades del suelo, como son: la materia orgánica (MO) y sobre todo propiedades físicas, como humedad (W), densidad aparente (Da), porosidad total (Pt) y la capacidad de campo (CC). En el (2012-2015), se realizó la toma de muestras se describió en campo y laboratorio, presentando una textura franco arcilloso arenoso (arena 48.4%, limo 25.2% y arcilla 26.3%), pH 6.4, MO 1.46%, Da 1.42 g cm⁻³ y CC 22.3%. El suelo se clasificó como Antrosoles, se tomaron muestras a una profundidad de 0-20 cm, considerando que es el horizonte más influenciado a corto plazo por la hojarasca. Se analizaron cuatro muestras por cada punto en total fueron ocho sitios, y los resultados indican que presenta bloques de grandes a medianos característicos de un horizonte B, con un horizonte A poco definido, ese suelo fue alojado hace más de 20 años, con uso agrícola prolongado y posterior con uso agroforestal que presenta un contenido de Carbono (C) 0.84% que se considera bajo en carbono, estos suelos se han conservados con una cobertura de pastizales y ahora en el 2015 con huertos orgánicos, concluyendo que el contenido de carbono no aumentó en cuatro años lo que significa que no contribuyen con el secuestro de carbono para poder participar al cambio climático.

Palabras clave. Suelos, carbono, materia orgánica.

ABSTRACT

Analyze it won't the behavior of organic matter content of soil transported and changes in some physical properties. This work was carried out within the Autonomous University of Nayarit (UAN), in which soil properties were valued, as are the organic matter (OM) and especially physical properties such as moisture (W), bulk density (Bd), total porosity (Tp) and field capacity (Fc). In the (2012-2015), sampling was conducted described in field and laboratory, presenting a (48.40% sand, silt and clay 25.28% 26.32%), medium pH (6.4), sandy clay loam OM 1.46% Bd 1.42 g cm⁻³ and Fc 22.3%. The soil was classified as Anthrosols samples at a depth of 0-20 cm were taken, considering that the horizon is short term influenced by litter. Four samples were analyzed for each point in total there were eight sites, and the results indicate that presents large blocks of a typical middle of a B horizon, and presents a horizon indistinct, the soil was hosted more than 20 years, agricultural use and later with prolonged use agroforestry has a content of carbon (C) 0.84% is considered low carbon, these are soils have been preserved with coverage grassland and now in 2015 with organic gardens, concluding that the carbon content did not increase in three years, which means it does not contribute to carbon sequestration in order to participate to climate change

Keywords. Soil carbon, organic matter.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un subsistema fundamental del ecosistema forestal con características físicas, químicas y biológicas decisivas en su fertilidad, y que a su vez determinan sus

propiedades, y los cambios que ocurren a través, de la influencia por efecto del cambio de uso de la tierra. El uso intensivo de los suelos provoca cambios en sus propiedades llegando afectar la capacidad productiva a

través de su influencia sobre la vegetación y tipos de usos posibles en la agricultura (Hernández *et al.*, 2004, 2006). Las principales características físicas que influyen sobre la estructura del suelo son la profundidad del espacio enraizable, el régimen de humedad (capacidad de agua útil, drenaje) y del aire (macroporosidad); Estas últimas propiedades, en iguales condiciones climáticas, son las principales causantes del cambio en la composición de la vegetación agroforestal (Lal, 2000). El papel de la agroforestería es mejorar el suelo, mantener la productividad mediante un manejo planificado, racionalizando el impacto sobre el ambiente (Shibu, 2009). En este contexto, conocer la influencia de las especies arbóreas sobre la estructura de los suelos resulta importante para su utilización en proyectos de recuperación de áreas degradadas o en el manejo de sistemas que tiendan a la sostenibilidad (Montagnini *et al.*, 1995), a su vez que la relación materia orgánica con la densidad aparente se ve reflejada en su Estructura, está a su vez se ve favorecida en la medida que los sistemas con cobertura tienen aportes anuales de hojarasca suficiente como para modificar algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo mediante un incremento de la materia orgánica en la superficie y en el subsuelo (Murray *et al.*, 2011). Considerando que el contenido de materia orgánica y las propiedades físicas son de interés en la detección de cambios en la estructura y composición de los suelos transportados y transformados a un sistema agroforestal y ahora con un sistema agrícola, este trabajo tiene por objetivo analizar el comportamiento de la materia orgánica (MO) de un suelo bajo un sistema agrícola y los cambios ocurridos en algunas propiedades físicas y contenido de MO.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio seleccionado para este trabajo, se presenta en un ambiente morfológico denudativo caracterizado por laderas del volcán San Juan, agrupando complejos asociados a los volcanes y relieves del pre-San Juan además de lomeríos cubiertos por piroclastos, brecha volcánica y toba ácida asociados a las estructuras volcánicas anteriores. El ambiente deposicional caracterizado por dos paisajes: piedemonte y planicies, el primero se asocia a las estructuras volcánicas del San Juan y a procesos mixtos coluvio-aluviales; en el segundo dominan los procesos de acumulación. Donde está ubicado geomorfológicamente el sitio de estudio se ubica dentro de la institución Universidad Autónoma de Nayarit. Para la evaluación de la materia orgánica (Mo); textura del suelo por método de Bouyoucos y pH (medido en agua). para Estas técnicas mencionadas se basaron en la norma oficial mexicana NOM 021 RECNAT 2000; densidad aparente (Da), por el método del cilindro; densidad real (Dr), por picnómetro; porosidad total (Pt), mediante la fórmula $Pt=(1-(Da/Dr) \times 100)$ y la capacidad de campo (CC), porosidad aireación (Pa), por cálculo a partir de la porosidad total (Pt), menos la capacidad de campo (CC). para la clasificación del suelo se utilizó el IUSS Workin Group WRB, (2008).

El análisis de los datos fue por punto Se hicieron 4 muestreos por cada punto y en total fueron ocho para cada año (2012-2015), Se hizo la Da a una profundidad de 0-20 cm por coincidir con el espesor del horizonte A del suelo, teniendo en cuenta que es el horizonte más influenciado a corto plazo por la hojarasca que se deposita sobre el suelo (Murray *et al.*, 2011, 2014).

Para el diseño experimental completamente aleatorio; los datos fueron analizados

mediante procedimiento estándar ANOVA para un diseño estadístico con dos repeticiones, siendo las variables MO y Da se hizo una correlación y la comparación de medias $p < 0.05$. En el análisis de varianza se utilizó el paquete SAS para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos; se realizó la prueba de medias por Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, presenta los resultados al inicio del experimento 2012; Composición mecánica (CM) y de la textura del sitio agrícola, presenta una textura arcillosa (arena 48.4%, limo 25.2% y arcilla 26.3%) y en el 2015 presenta los mismos resultados de CM lo que concuerda con (Murray *et al.*, 2014) que la textura no cambia en pocos años, pH (6,4). El suelo está clasificado como Antrosoles, según IUSS Workin Group WRB, (2008).

Cuadro 1. Composición mecánica y clase textural del perfil estudiado 2012-2015.

| Horizonte. | Prof. cm | Arena % | Limo % | Arcilla % | Clase textural |
|------------------|----------|---------|--------|-----------|------------------------|
| A ₁ p | 0 – 3 | 48.4 | 25.2 | 26.3 | Franco arcillo arenoso |
| B ₁ p | 3 – 20 | 48.4 | 25.2 | 26.3 | Franco arcillo arenoso |

Cuadro 2 Los resultados obtenidos de la densidad real del suelo no se observó variación en ninguno de los puntos estudiados, se obtuvo un valor promedio de $2.60 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. El suelo presenta MO 1.4% y valores de 0.84 CO que se consideran como bajos, Da 1.4 g cm^{-3} y CC 22.3%. El contenido de las diferentes fracciones de la MO obtenidos del suelo influye muy poco sobre la densidad aparente, incluyendo el espacio ocupado por el aire, por lo que sus mediciones están relacionadas con la porosidad y por la estructura de bloques subangulares de medianos a grandes del suelo. Lo que concuerda también con (Tejada y González, 2008, Cooper *et al.*, 2005 y Murray *et al.*, 2010). los cuales encontraron una relación entre el contenido de MO edáfica y la Da. Se determino la humedad equivalente a la CC, arrojando

valores de 22.3% y 12.0 de velocidad de infiltración la cual se considera como buena pero a su vez indican valores relativamente bajos de microporosidad. Esto demuestra cómo el régimen hídrico ha cambiado en los suelos de diferentes ecosistemas tropicales lo cual concuerda también con trabajos realizados por (Ascanio *et al.*, 2007). El sistema agrícola presenta bloques de grandes a medianos característicos de un horizonte B, y presenta un horizonte A poco definido, ese suelo fue alojado hace mas de 20 años, con uso agrícola prolongado y ahora con un sistema agroforestal, el cual presenta un contenido de Carbono Orgánico (CO) 0.84% que se considera bajo en carbono, estos son suelos que se conservaron con una cobertura de pastizales tienen 20 años se haber sido alojados.

Cuadro 2. Resultados 2012-2015 de la determinación física del suelo estudiado en los primeros 20 cm.

| Año | MO % | Da $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ | Pt % | CC % | Pa% | Infiltración mm/h |
|-----------|------|----------------------------------|------|------|------|-------------------|
| 2012-2015 | 1.46 | 1.42 | 45.3 | 22.3 | 20.8 | 12.0 |

MO=materia orgánica; Da ó Dv=densidad aparente; Pt= porosidad total; CC ó LSHP= límite superior de humedad productiva ó capacidad de campo; Pa= porosidad de aireación.

CONCLUSIONES

Con los valores obtenidos, se demuestra que las prácticas tradicionales de labranza y el exceso de laboreo deterioran rápidamente la

estructura del suelo, y más si son suelos alojados (Antrosoles), donde no se ha desarrollado un horizonte A, y el aporte de la materia orgánica es muy poca para modificar las propiedades físicas de los suelos, la degradación física del suelo, ocurre especialmente en suelos ricos en arcilla, con mucha arena y limo y poco carbono orgánico, con un horizonte B de bloque angulares, el contenido de carbono no aumento en cuatro años lo que significa que no contribuyen estos suelos con el secuestro de carbono para poder participar al cambio climático.

LITERATURA CITADA

- Ascanio, M.O.; A. Hernández; G. Cid; I. Gómez. 2007. Sector de Referencia de 65 ha en el Ejido Ojo de Agua, para las medidas de riego y drenaje en caña de azúcar. Ingenio Motzorongo, Veracruz, México. Asociación de Técnicos Azucareros de México., Veracruz, México.
- Cooper, MP.; P. Vidal-Torrado; V. Chaplot. 2005. Origin of micro aggregates in soils with ferrallic horizons. *Science Agriculture (Piracicaba, Braz.)*; 62: 256-263.
- Hernández, A.; M. O. Ascanio; A. Cabrera; M. Morales; N. Medina. 2004. Problemas Actuales de Clasificación de Suelos: énfasis en Cuba. Editorial Universidad de Veracruz, México. pp 221.
- Hernández, A.; M.O. Ascanio; M. Morales; J.I. Bojórquez; N.E. García; D. García. 2006. Fundamentos de la formación del suelo, cambios globales y su manejo. Editorial Universidad Autónoma de Nayarit, México. pp 15-25.
- IUSS, Working Group WRB. 2008. Base Referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos. FAO, ISRIC, ISBN 978-92-5-305511-1. pp 117.
- Lal, R. 2000. Physical management of soil of the tropic: priorities for the 21 st century. *Soil Science*, 165: 191-207.
- Montagnini, F.; A. Fanzeres; V.S. Guimaraes. 1995. Estudios de restauración en la Región del Bosque Atlántico de Bahía, Brasil.: 65-12.
- Murray-Núñez, R. M.; S. J. Bojórquez; J. A. Hernández; M. G. Orozco; J. D. García; H. Ontiveros. 2010. Influencia de especies agroforestales sobre las propiedades físicas de un suelo Fluvisol Haplíco de la llanura costera norte de Nayarit. pp 22-23. 233.
- Murray-Núñez, R. M.; S. J. Bojórquez; J. A. Hernández; M. G. Orozco; J. D. García; G. H. Ontiveros; O. J. Aguirre. 2011. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias* Vol. 1 No. 3 Año 2, 27- 35. Issn 2007 – 3380.
- Murray, R. M.; M. G. Orozco; A. Hernández; C. Lemus; O. Nájera. 2014. El sistema agroforestal modifica el contenido de materia orgánica y las propiedades físicas del suelo 1 Avances en Investigación Agropecuaria. 8(1): 23-31. Issn 0188789-0.
- NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación. Estudios de suelos, muestreo y análisis. México, Distrito Federal.
- Shibu, J. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforestry systems*, 76: 1-10.
- Tejada, M., Y.; J.L. Gonzalez. 2008. Influence of two organic amendments on the soil physical properties, soil losses, sediments and runoff water quality. *Geoderma*, 145: 325-334.

ALMACEN DE CARBONO EN MATORRALES DE CHIHUAHUA**CARBON STOCKS IN SHRUBLANDS OF CHIHUAHUA**

Pedro Jurado Guerra^{1*}, Rubén A. Saucedo Terán¹, Carlos R. Morales Nieto² y Martín Martínez Salvador¹

¹INIFAP-Sitio Experimental La Campana. Carretera Chihuahua-Ojinaga km 33 Aldama, Chih.Méx. C.P. 32910. ²UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico F.R. Almada km 1 Chihuahua, Chih. Méx. C.P. 31031. *jurado.pedro@inifap.gob.mx

RESUMEN

Los matorrales desérticos cubren cerca del 40% de la superficie del estado de Chihuahua y podrían tener potencial para la captura y almacén de carbono. El objetivo fue estimar el almacén de carbono (AC) en tres tipos de matorrales. Se seleccionaron dos sitios de estudio por cada matorral y se establecieron tres parcelas de campo en cada sitio. Se estimó la biomasa aérea y radical de las plantas por medio de ecuaciones de regresión alométricas en cada parcela. Se colectaron muestras de suelo en cada parcela en dos micro sitios, dos profundidades y tres fechas de muestreo durante 2010 y 2011. La concentración de carbono orgánico del suelo (COS) se determinó en analizador elemental. El AC de cada sitio se estimó con la suma del almacén de carbono del suelo y la biomasa de la vegetación. El análisis estadístico de los datos se realizó bajo un diseño completamente al azar y medidas repetidas con ProcMixed. El tipo de matorral ($P \leq 0.01$), fecha de muestreo ($P \leq 0.01$) y su interacción ($P \leq 0.01$) influenciaron el AC total. El AC total fluctuó desde un mínimo de 21.09 ± 2.49 ton C ha⁻¹ en un ejido con matorral inerme parvifolio de gobernadora (*Larrea tridentata*) en noviembre 2011, hasta un máximo de 53.42 ± 2.49 ton C ha⁻¹ en un rancho con matorral mediano dominado por mezquite (*Prosopis glandulosa*) en noviembre 2010. Esta información es básica para el diseño y establecimiento de programas de captura de carbono y mitigación del cambio climático.

Palabras Clave: carbono del suelo, pastizales, carbono biomasa aérea, carbono raíz.

ABSTRACT

Desert shrublands occupy about 40% of Chihuahua's territory and could have good potential for carbon sequestration and stock. The objective was to estimate carbon stocks (CS) in three shrubland types. Plant aerial and root biomass were estimated through allometric regression equations in each plot. Two study sites were selected in each shrubland and three field plots were established in each site. Soil samples were collected in field plots in two microsites, two depths, and three sampling dates during 2010 and 2011. Soil organic carbon (SOC) concentration was estimated in elemental analyzer. Carbon stocks were estimated adding SOC and plant biomass. Statistical analysis was performed under a completely randomized design and repeated measures with Proc Mixed. Shrubland type ($P \leq 0.0001$), sampling date ($P \leq 0.01$) and their interaction ($P \leq 0.01$) influenced total CS. Total CS fluctuated from a minimum of 21.09 ± 2.49 ton C ha⁻¹ in an Ejido with creosotebush (*Larrea tridentata*) site in november 2011, up to a maximum of 53.42 ± 2.49 ton C ha⁻¹ in a Ranch with mesquite (*Prosopis glandulosa*) in november 2010. This information is basic and may be useful for the design and establishment of carbon sequestration and climate change mitigation programs.

Keywords: soil carbon, rangelands, plant aerial cover, root carbon.

INTRODUCCIÓN

Los matorrales, incluyendo el matorral inerme parvifolio, el matorral mediano subinerme y el matorral crasirosulifolio espinoso cubrían la mayoría de los matorrales del estado de Chihuahua con alrededor de 6.6 millones de ha a finales de

los 70's (COTECOCA, 1978) y se están extendiendo de acuerdo a cifras actuales. Dichos matorrales han sido utilizados principalmente para ganadería extensiva, sin embargo, en la actualidad, se está dando un cambio hacia el uso de los pastizales como aportadores de servicios ambientales

(Havstadet *al.*, 2007). Además de forraje, los pastizales tienen la capacidad de proveer servicios ambientales para la sociedad entre los cuales está la regulación del clima a través de la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (Brown y Thorpe, 2008). La captura de dióxido de carbono puede ser manipulado con el pastoreo, fuego controlado, revegetación de pastizales deteriorados y el uso de variedades mejoradas (Reeder y Schuman, 2002; Derner *et al.*, 2005). Aunque el potencial de captura de carbono en los matorrales ha sido poco estudiado, un estudio reciente (Beier *et al.*, 2009) muestra que los matorrales de Europa pueden almacenar desde 1.1 hasta 18.5 g C m⁻² y pueden ser desde sumideros de C (126 g C m⁻² año⁻¹) hasta fuentes de C (-536 g C m⁻² año⁻¹). Navar-Chaidez (2008) reporta almacenes de hasta 77 ton C ha⁻¹ en suelo del matorral tamaulipeco del noreste de México. La estimación del almacén y la captura de carbono de pastizales y matorrales son esenciales para estimar el potencial de mitigación del cambio climático. Dada su gran extensión, los matorrales del estado de Chihuahua tienen potencial para la captura de carbono. Sin embargo, no existe información sobre el almacén y captura de carbono en dichos ecosistemas. El presente estudio tuvo el objetivo de determinar el almacén de carbono en tres tipos de matorrales del estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron tres tipos de matorrales desérticos en Chihuahua: matorral inerme parvifolio, matorral mediano subinerme y matorral crasirosulifolio espinoso. En cada uno de los tres tipos de matorrales se seleccionaron dos sitios de estudio, un Ejido y un Rancho contiguos. Según COTECOCA (1978) el sitio de matorral inerme parvifolio está caracterizado por arbustos como la gobernadora (*Larrea tridentata*), hojasén

(*Flourensia cernua*) y mariola (*Parthenium incanum*). El clima es muy seco templado con verano cálido y una precipitación anual de 250 a 300 mm. Los suelos son de textura franco-arcillosa a franco-arenosa. Los sitios de estudio están localizados en el municipio de Aldama. El matorral mediano subinerme está dominado por arbustos como la gobernadora, largoncillo (*Acacia constricta*) y mezquite (*Prosopis glandulosa*). El clima es muy seco semicálido con precipitación anual de 250 a 300 mm. Los suelos son de textura franco-arenosa a arcillo-arenosa (COTECOCA, 1978). Para este matorral, ambos sitios localizados en el municipio de Camargo. El matorral crasirosulifolio está dominado por arbustos como la lechugilla (*Agave lechugilla*), sotol (*Dasyllirion leiophyllum*), palma (*Yucca filifera*) y candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*). El clima es muy seco, semicálido y con una precipitación anual de 250 a 300 mm. Los suelos son de textura areno-arcillosa (COTECOCA, 1978). Ambos sitios de estudio están localizados en el municipio de Coyame.

En cada sitio se establecieron tres parcelas de campo para realizar los muestreos de vegetación y suelos en el mes de junio 2010. Las parcelas incluyeron tres transectos de línea permanentes de 50 m cada uno en forma radial. Se realizaron muestreos de cobertura de la vegetación del pastizal por medio del muestreo de intercepto de línea a cada metro en todos los transectos.

Se realizaron mediciones alométricas de los arbustos que incluyeron altura, diámetro norte-sur y diámetro este-oeste en un transecto de banda de 50m x 2m en cada parcela y se estimó la biomasa aérea y radicular de las plantas con ecuaciones de regresión de Ludwig *et al.* (1975). A la mitad de cada transecto se tomaron cuatro muestras de suelo en dos micrositos: suelo

desnudo y debajo del arbusto dominante y en dos profundidades: 0-15 y 15-30 cm. Las mediciones de biomasa y los muestreos de suelo se realizaron en junio 2010, noviembre 2010 y noviembre 2011. Las muestras de suelo se secaron en invernadero y se tamizaron en malla de 1.1 mm. Las muestras de suelo fueron analizadas en analizador elemental LECO por medio de combustión para determinar el porcentaje de COS.

Se estimó el almacén de carbono en la biomasa aérea de los arbustos, raíces de los arbustos, del suelo y total con la suma del almacén de carbono de los arbustos y del suelo. El almacén de carbono en arbustos se estimó multiplicando la biomasa de los arbustos y/o radical por un factor de 0.459 para mezquite y de 0.436 para las demás especies de acuerdo con Northup *et al.* (2005). El almacén de carbono del suelo se estimó con la concentración de COS, la densidad aparente del suelo, el porcentaje de suelo y a una profundidad de 0.30 m. Los datos de AC fueron analizados bajo un diseño completamente al azar (Kirk, 1982). El análisis de varianza se realizó con modelos lineales mixtos y medidas repetidas

(Littell *et al.*, 2006) con ProcMixed en el programa SAS (SAS Institute Inc., 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El almacén de carbono de la biomasa aérea de los arbustos fue influenciado solamente por el sitio de matorral ($P \leq 0.01$) con un rango de 1.0 ± 0.52 ton C ha⁻¹ en el rancho con matorral crasirosulifolio de lechuguilla hasta 9.08 ± 0.52 ton C ha⁻¹ en el rancho con matorral mediano subierme de mezquite (Gráfica 1). Similarmente, el almacén de carbono de raíces fue afectado solamente por el tipo de matorral ($P \leq 0.01$) con un rango de 0.51 ± 0.26 ton C ha⁻¹ en el rancho con matorral crasirosulifolio de lechuguilla hasta 4.89 ± 0.26 ton C ha⁻¹ en el rancho con matorral mediano subierme de mezquite (Figura 1). Respecto al almacén de carbono en el suelo, el análisis mostró efectos significativos en el tipo de matorral ($P \leq 0.01$), fecha de muestreo ($P \leq 0.01$) y la interacción tipo de matorral x fecha de muestreo ($P \leq 0.01$). El almacén de carbono del suelo varió desde un mínimo de 10.25 ± 2.36 ton C ha⁻¹ en el rancho con matorral de mezquite en noviembre 2011, hasta 38.43 ± 2.36 ton C ha⁻¹ en el mismo rancho en noviembre 2010 (Figura 1).

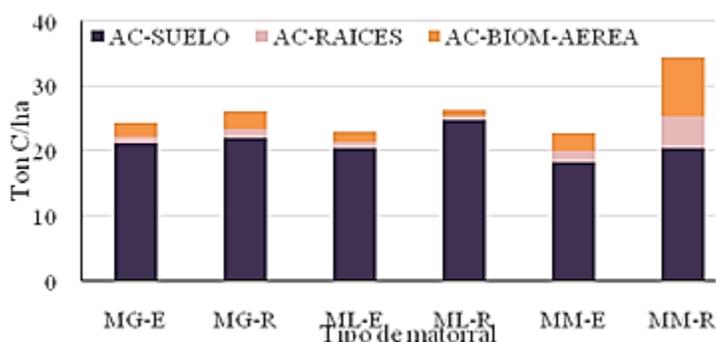


Figura 1. Distribución del almacén de carbono (ton C ha⁻¹) en suelo, raíces y biomasa aérea de arbustos en matorrales desérticos de Chihuahua (*AC=Almacén de carbono; MG=Matorral de gobernadora; ML=Matorral de lechuguilla; MM=Matorral de mezquite; E=Ejido; R=Rancho).

El tipo de matorral ($P \leq 0.01$), fecha de muestreo ($P \leq 0.01$) y su interacción ($P \leq 0.01$) también influenciaron el almacén de carbono

total. El almacén de carbono total fluctuó desde un mínimo de 21.09 ± 2.49 ton C ha⁻¹ en el ejido con matorral de gobernadora en

noviembre 2011, hasta un máximo de 53.42 ± 2.49 ton C ha⁻¹ en el rancho con

matorral de mezquite en noviembre 2010 (Figura 2).

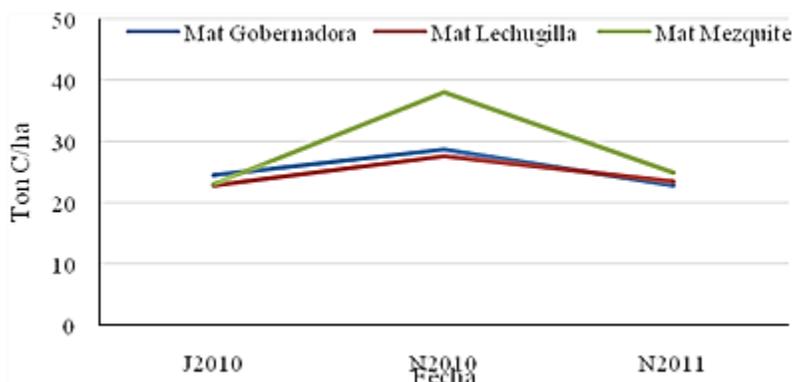


Figura 2. Almacén de carbono total (ton C ha⁻¹) en diferentes fechas de muestreo en matorrales desérticos de Chihuahua (*J2010=Junio 2010; N2010=Noviembre 2010; N2011=Noviembre 2011).

De los resultados de este trabajo, se deduce que la mayoría del carbono en los matorrales se encuentra en el suelo con variaciones entre matorrales que van desde un 67.5% en matorral de mezquite hasta un 91.9% en matorral de lechuguilla. Enseguida en la biomasa aérea con un rango de 5.4% en matorral de lechuguilla hasta 20.7% en matorral de mezquite y finalmente en las raíces con un mínimo de 2.6% en el matorral de lechuguilla hasta 11.7% en el matorral de mezquite. En general, los resultados obtenidos son similares a los reportados por otros autores como Navar-Chaidez (2008) quien reporta valores de 82% en suelo, 10% en biomasa aérea y 8% en raíces en el matorral tamaulipeco y se encuentra dentro del rango del contenido de carbono del suelo en matorrales europeos reportado por Beier *et al.* (2009) aunque dichos resultados fueron obtenidos en condiciones más favorables de precipitación. También Pérez-Quezada *et al.* (2011) reportan resultados similares con 86.8%, 11.7% y 1.8% de distribución porcentual de carbono en suelo, biomasa aérea y raíces en un matorral árido en Chile. Mills *et al.* (2005) reportan 85.2%, 8.2% y 6.5% para el almacén de carbono en

suelo, biomasa aérea y raíces en un matorral semiárido de Sudáfrica, resultados cercanos a los obtenidos en este trabajo.

Las variaciones del almacén de carbono total entre matorrales se atribuyen primeramente al carbono del suelo y además a la presencia de arbustos diferentes en cada tipo de matorral. La biomasa de arbustos fue influenciada probablemente por las condiciones climáticas de la temporada, ya que dicha biomasa aumentó en la temporada de crecimiento de 2010, donde se presentó un buen temporal de lluvia con 451 mm anuales en el matorral de mezquite, 211 mm en el matorral de lechuguilla y 234 mm en el matorral de gobernadora. Contrariamente, la temporada de crecimiento de 2011 mostró una reducción en la biomasa de arbustos debido a la sequía de ese año con una precipitación anual de alrededor de 100 mm en todos los sitios de estudio.

CONCLUSIONES

El almacén de carbono fue contrastante entre los tipos de matorrales, con mayor almacén de carbono en suelo en todos los matorrales. La fecha de muestreo también influyó en

forma importante el almacén de carbono de los matorrales. El matorral de mezquite presentó el mayor almacén de carbono total. Esta información es básica para la estimación del potencial de capturar carbono y el establecimiento de programas de bonos de carbono en matorrales del estado de Chihuahua y sitios similares.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Fondo Mixto de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica CONACYT- Gobierno del Estado de Chihuahua, por el apoyo financiero para realizar esta investigación.

LITERATURA CITADA

Beier, C., *et al.* (19 colaboradores). 2009. Carbon and nitrogen balances for six shrublands across Europe, *Global Biogeochem. Cycles*, 23, GB4008, doi:10.1029/2008GB003381.

Brown, J.B.; J. Thorpe. 2008. Climate change and rangelands: responding rationally to uncertainty. *Rangelands* 30(3): 3-6.

COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la determinación de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Chihuahua. SARH. Subsecretaría de Ganadería.

Derner, D.J. *et al.* (16 colaboradores). 2005. USDA-ARS global change research on rangelands and pasturelands. *Rangelands* 27(5): 36-42.

Havstad, K.M.; D. Peters; R. Skaggs; J. Brown; B. Bestelmeyer; E. Frederickson; J. Herrick; J. Wright. 2007. Ecological services to and from rangelands of the United States. *Ecological Economics* 64(2): 261-268.

Kirk, R.E. 1982. *Experimental Design*, 2nd ed. Brooks/Cole Publishing Co. Monterey, Cal. pp. 429-455.

Littell, R.C.; G.A. Milliken; W.W. Stroup; R.D. Wolfinger; O. Schabenberger. 2006. *SAS for mixed models*, second ed. Cary, North Carolina.

Ludwig, J.A.; J.F. Reynolds; P.D. Whitson. 1975. Size-biomass relationships of several Chihuahuan desert shrubs. *The American Midland Naturalist* 94(2): 451-461.

Mills, A.J.; T.G. O'Connor; J.S. Donaldson; M.V. Fey; A.L. Skowno; A.M. Sigwela; R.G. Lechmere-Oertel; J.D. Bosenberg. 2005. Ecosystem carbon storage under different land uses in three semi-arid shrublands and a mesic grassland in South Africa. *S. Afr. J. Plant Soil* 22: 183-190.

Návar-Chaidez, J.J. 2008. Carbon fluxes resulting from land-used changes in the Tamaulipan thornscrub of northeastern Mexico. *Carbon Balance and Management*. 3:6 DOI:10.1186/1750-0680-3-6.

Northup, B.K.; S.F. Zitzer; S. Archer; C.R. McMurtry; T.W. Boutton. 2005. Above-ground biomass and carbon and nitrogen content of woody species in a subtropical thornscrub parkland. *J. Arid Environments* 62: 23-43.

Pérez-Quezada, J.F.; C.A. Delpiano; K.A. Snyder; D.A. Johnson; N. Franck. 2011. Carbon pools in an arid shrubland in Chile under natural and afforested conditions. *J. Arid Environments* 75: 29-37.

Reeder, J.D.; G.E. Schuman. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semiarid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution* 116(3): 457-463.

SAS Institute Inc. 2008. *SAS ver. 9.2. Statistical Analysis Software*. Cary, North Carolina.

**AVES DE PASTIZAL PUEDEN COMER SEMILLAS INTRODUCIDAS?
PREFERENCIAS DE SEMILLAS DE TRES GORRIONES EN DISMINUCIÓN
CAN GRASSLAND BIRDS EAT NON-NATIVE GRASS SEEDS? SEED PREFERENCES OF
THREE DECLINING SPARROWS**

Mieke Titulaer^{1*}, Alicia Melgoza Castillo¹, Alberto Macías Duarte², Arvind O. Panjabi³

¹Universidad Autónoma de Chihuahua, Periférico Fco. R. Almada, Km. 1, Chihuahua, Chih. Méx. C.P. 31453. ²Universidad Estatal de Sonora, Hermosillo, Sonora. Méx. C.P. 83100. ³Rocky Mountain Bird Observatory, Fort Collins, CO 80521, USA. *m.titulaer1@gmail.com.

RESUMEN

La invasión de zacates exóticos puede ser una amenaza para el hábitat invernal de aves granívoras de pastizal debido a la reducción de semillas nativas. El objetivo fue comparar las preferencias de semillas de *Ammodramus bairdii*, *Ammodramus savannarum* y *Passerculus sandwichensis* entre tres especies de zacates nativos: navajita (*Bouteloua gracilis*), banderita (*Bouteloua curtipendula*) y gigante (*Leptochloa dubia*) y tres especies invasoras: africano (*Eragrostis lehmanniana*), buffel (*Pennisetum ciliare*) y rosado (*Melinis repens*). La hipótesis fue que la variación en las preferencias estaría relacionada con las diferencias en el tamaño del pico y la eficiencia de manipulación. Se ofrecieron semillas en pruebas de opción múltiple (todas las semillas al mismo tiempo) y de opción simple (una semilla a la vez). Los resultados muestran diferencias en preferencias de acuerdo con la hipótesis planteada. Cuando las aves no tenían opción fueron capaces de aceptar todas las semillas con excepción de africano (la semilla más pequeña) y buffel (la semilla más grande). Los resultados sugieren que ciertos zacates invasoras podrían ser una fuente de alimento para aves invernales de pastizal; también muestran la importancia de limitar las plantaciones de zacate buffel y zacate africano y controlar sus invasiones con el fin de conservar los recursos alimenticios de aves de pastizal.

Palabras clave: *Ammodramus* spp., *Passerculus sandwichensis*, selección de semillas, zacate buffel, zacate rosado, zacate africano.

ABSTRACT

The invasion of exotic grass species is a potential threat to the winter habitat of grassland birds by reducing native sources of seed food. The objective was to compare seed preferences of Baird's Sparrows (*Ammodramus bairdii*), Grasshopper Sparrows (*Ammodramus savannarum*) and Savannah Sparrows (*Passerculus sandwichensis*) between three native grass species; blue grama (*Bouteloua gracilis*), sideoatsgrama (*Bouteloua curtipendula*), and green sprangletop (*Leptochloa dubia*), and three invasive species; Lehmann lovegrass (*Eragrostis lehmanniana*), buffelgrass (*Pennisetum ciliare*), and natal grass (*Melinis repens*). We hypothesized that variation in preferences would be related to differences in bill size and therefore handling efficiency. We offered seeds to captive birds in choice trials (all seeds at the same time) and non-choice trials (one seed per trial). The results show preference differences in line with expectations based on bill size and handling efficiency. When birds had no choice they were able to accept all seeds except for Lehmann lovegrass (the smallest seed) and buffelgrass (the largest seed). Our findings suggests that certain invasive grasses may be a source of food for wintering grassland birds but also highlight the importance of limiting plantings of buffel grass and Lehmann love grass and controlling their invasions in order to conserve food resources in grassland bird habitats.

Key words: *Ammodramus* spp., buffel grass, food selection, Lehmann love grass, natal grass, *Passerculus sandwichensis*

INTRODUCCIÓN

Las aves de pastizal están entre las especies más amenazadas en el mundo (Brennan y Kuvlesky, 2012). La reducción del hábitat invernal es un factor principal en su disminución (Pool *et al.*, 2014). Las aves de pastizal granívoras se alimentan exclusivamente con semillas durante el invierno (Desmond *et al.*, 2008). Por lo que la invasión de zacates exóticos podría ser un factor que amenaza al hábitat de estas aves debido a los cambios en la vegetación y por lo tanto la reducción de semillas disponibles para su alimentación. Los zacates introducidos más abundantes en el desierto Chihuahuense son zacate rosado (*Melinis repens*), zacate africano (*Eragrostis lehmanniana*) y zacate buffel (*Pennisetum ciliare*) (Ortega-S *et al.*, 2013). La selección de semillas por aves granívoras puede estar influenciada por el tiempo de manipulación que depende del tamaño del pico (Díaz, 1996; Hrabar y Perrin, 2002). *Ammodramus bairdii*, *A. savannarum* y *Passerculus sandwichensis* son tres gorriones granívoros con altas disminuciones en sus poblaciones (Sauer *et al.*, 2011). El objetivo fue comparar preferencias entre semillas de tres zacates exóticos y tres nativos en estos tres gorriones. Las expectativas fueron; (1) que la habilidad de las aves para aprovechar semillas de zacates exóticos dependería de su habilidad de manipular estas semillas eficientemente y; (2) que los tres gorriones

tendrían diferentes habilidades de aprovechar las semillas debido a la variabilidad en su pico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Rancho Teseachi de la Universidad Autónoma de Chihuahua (28°32'38" N, 107°26'45" W). Se utilizaron 8 individuos de *A. bairdii*, 7 de *A. savannarum* y 7 de *P. sandwichensis*. Las semillas experimentales fueron tres nativas y tres introducidas: navajita (*Bouteloua gracilis*), banderita (*Bouteloua curtipendula*) y gigante (*Leptochloa dubia*) como nativas y rosado, africano y buffel como introducidas (Figura 1). Se determinó la masa de 50 semillas por especie como una indicación del contenido energético (Willson, 1971). En las pruebas de opción múltiple ofrecieron todas las semillas al mismo tiempo. En las pruebas de opción simple se ofreció una semilla a la vez en orden aleatorio. Todos los días se grabó un video de un ave de cada especie para determinar el tiempo de manipulación. Las pruebas de opción múltiple fueron analizadas con una regresión Dirichlet (Maier, 2014) y las pruebas de opción simple con un modelo lineal mixto. Los datos del tiempo de manipulación se trabajaron con Análisis de Varianza (ANOVA). Todos los análisis se realizaron con R 3.1.1 (R Core Team, 2014).



Figura 1. Semillas, de izquierda a derecha: africano, navajita, gigante, rosado, banderita y buffel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las aves difirieron significativamente en volumen del pico ($F_{2,21} = 49.7$, $P < 0.001$) pero no en masa corporal ($F_{2,21} = 1.5$, $P = 0.240$) por lo que indica que la suposición de que son diferentes en el pico pero no en tamaño del cuerpo es correcta. *A. Savannarum* tenía el pico más grande y *P. Sandwichensis* más pequeño (Cuadro 1). Se encontró una interacción significativa entre especie de ave y tiempo de manipulación ($F_{8,606} = 3.2$, $P = 0.001$); por lo que el tiempo

de manipulación fue diferente para los tres gorriones. Generalmente, el tiempo de manipulación aumentó con un incremento en el tamaño de la semilla pero más para *P. sandwichensis*, el ave con el pico más pequeño (Cuadro 2). El zacate rosado fue la excepción con un tiempo de manipulación menor que algunas semillas más pequeñas. Otros estudios también reportan que aves con picos más grandes pueden aprovechar más semillas de diferentes tamaños (Díaz, 1994; Desmond *et al.*, 2008).

Cuadro 1. Mediciones del pico de *A. savannarum* (GRSP), *A. bairdii* (BAIS) y *P. sandwichensis* (SAVS) (promedio \pm SD). Letras indican diferencias significativas con $P < 0.05$ (Prueba de Tukey).

| Especie de ave | Largo del pico (mm) | Ancho del pico (mm) | Profundidad del pico (mm) | Volumen del pico (mm ³) |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| GRSP | 10.57 (0.43) a | 5.81 (0.35) a | 5.99 (0.32) a | 368.08 (35.87) a |
| BAIS | 10.15 (0.26) b | 5.78 (0.17) a | 5.59 (0.12) b | 327.59 (16.06) b |
| SAVS | 9.97 (0.23) b | 5.10 (0.16) b | 4.96 (0.31) c | 252.18 (20.30) c |

Cuadro 2. Masa de la semilla (promedio \pm SD), tiempo de manipulación (promedio \pm SD), y rangos de preferencia basado en la cantidad consumida en las pruebas de opción múltiple para *A. savannarum* (GRSP), *A. bairdii* (BAIS) y *P. sandwichensis* (SAVS).

| Especie de semilla | Masa (mg) | Tiempo de manipulación (s) y rango de preferencia | | |
|--------------------|-------------|---|-----------------|--------------------|
| | | GRSP | BAIS | SAVS |
| Africano | 0.12 (0.03) | 0.59 (0.29) - 6 | 0.59 (0.28) - 5 | — ¹ - 3 |
| Navajita | 0.32 (0.06) | 0.64 (0.38) - 3 | 0.47 (0.29) - 2 | 0.74 (0.34) - 2 |
| Gigante | 0.60 (0.08) | 0.72 (0.39) - 4 | 0.74 (0.31) - 4 | 0.79 (0.38) - 4 |
| Rosado | 0.65 (0.11) | 0.43 (0.32) - 2 | 0.41 (0.28) - 1 | 0.45 (0.33) - 1 |
| Banderita | 2.44 (0.80) | 0.89 (0.69) - 1 | 0.66 (0.81) - 3 | 1.51 (1.23) - 6 |
| Buffel | 2.88 (0.90) | 1.15 (1.08) - 5 | 1.25 (1.01) - 6 | — ¹ - 5 |

¹SAVS nunca consumió africano y buffel en los videos

La cantidad consumida de las diferentes semillas en las pruebas de opción múltiple fue diferente entre los gorriones (Figura 2). *P. sandwichensis* y *A. bairdii* prefirieron la semilla de rosado. *A. savannarum* prefirió banderita y rosado como su segunda elección (Figura 2). La semilla de rosado es más grande que algunas otras semillas, pero tiene el tiempo de manipulación más corto, por lo que la semilla da más energía sobre el tiempo, lo que puede explicar la preferencia para esta semilla. Las diferencias más grandes fueron encontradas entre *A.*

savannarum y *P. sandwichensis*, aves con la mayor diferencia en el tamaño de sus picos (Cuadro 1). Todas estas diferencias reafirman las expectativas que se tenían con base en el tamaño del pico. *A. savannarum* generalmente consume más semillas grandes y *P. sandwichensis* más semillas pequeñas (Figura 2). Las pruebas de opción simple indican que cuando las aves no tienen otra opción pueden aprovechar todas las semillas menos africano y buffel; las semillas más pequeñas y más grandes, respectivamente (Figura 3). Otro trabajo reporta que la

abundancia de aves en reproducción fue menor en pastizales invadidos por zacate buffel y africano (Flanders, 2006). Por lo que las aves granívoras invernales ven amenazadas en pastizales invadidos por

estas especies en esta temporada. Algunas agencias agrícolas promueven la siembra de zacate buffel (SAGARPA, 2010). Eso puede tener un impacto grave sobre las aves de pastizal.

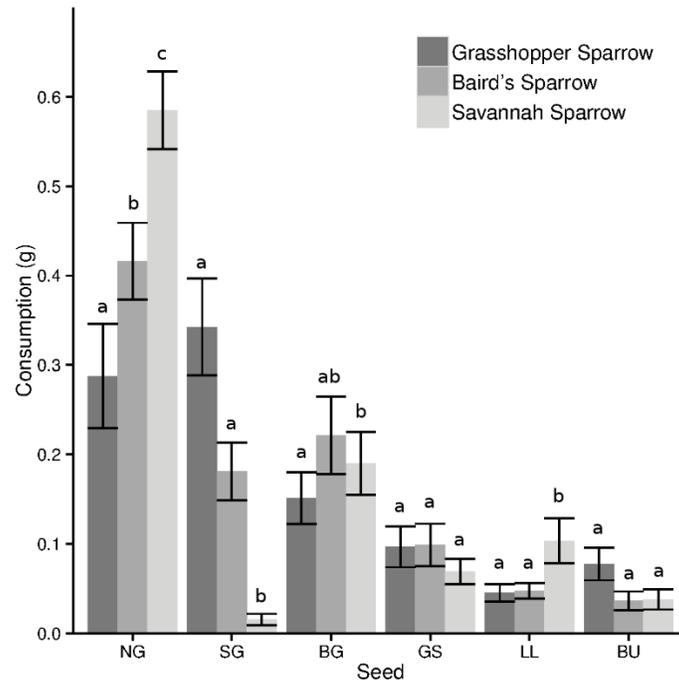


Figura 2. Cantidad de semilla consumida en pruebas de opción múltiple por *A. savannarum* (Grasshopper Sparrow), *A. bairdii* (Baird's Sparrow) y *P. sandwichensis* (Savannah Sparrow) de los zacates rosado (NG), banderita (SG), navajita (BG), gigante (GS), africano (LL) y buffel (BU). Letras indican diferencias significativas con $P < 0.05$.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que algunas semillas de zacates introducidos podrían servir como fuente de alimento para las aves granívoras de pastizal. Esto debido a que el tamaño de la semilla es adecuado para la morfología del pico, ya que la semilla puede ser manipulada eficientemente (no demasiado pequeña ni demasiado grande) para dar suficiente energía sobre el tiempo. No obstante, las semillas de africano y buffel fueron evitadas, lo que indica que la

invasión de estas especies es una amenaza para las aves de pastizal. Este resultado resalta la importancia de evitar la siembra de zacate buffel y tomar acciones para controlar la invasión de zacate africano para conservar el hábitat de aves granívoras de pastizal. A pesar de que las aves consumieron la semilla de zacate rosado, otros factores de la vegetación como cobertura de arbustos o diversidad de plantas podrían hacer inadecuado los pastizales de rosado para las aves.

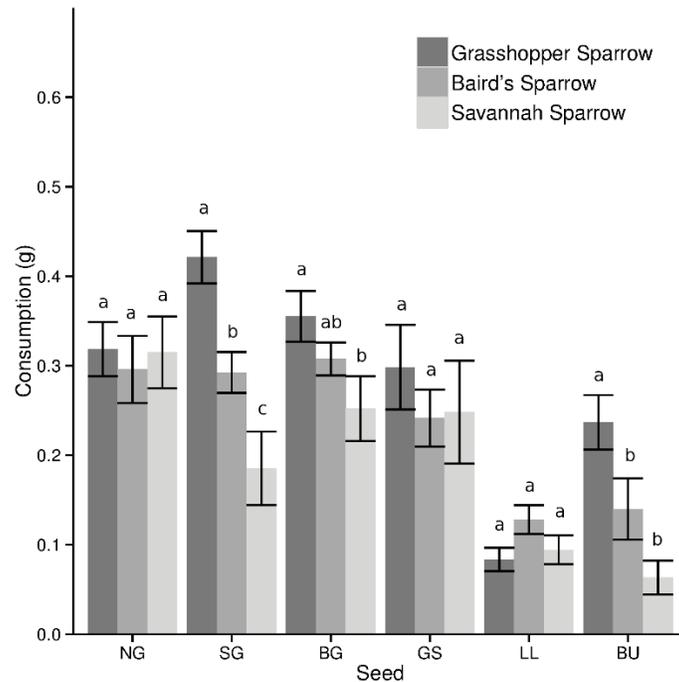


Figura 3. Cantidad de semilla consumida en pruebas de opción simple por *A. savannarum* (Grasshopper Sparrow), *A. bairdii* (Baird's Sparrow) y *P. sandwichensis* (Savannah Sparrow) de los zacates rosado (NG), banderita (SG), navajita (BG), gigante (GS), africano (LL) y buffel (BU). Letras indican diferencias significativas con $P < 0.05$.

LITERATURA CITADA

- Brennan, L. A.; W. P. Kuvlesky. 2005. North American grassland birds: An unfolding conservation crisis? *Journal of Wildlife Management* 69:1-13.
- Desmond, M. J.; C. Méndez-González; L. B. Abbott. 2008. Winter diets and seed selection of granivorous birds in southwestern New Mexico. *Studies in Avian Biology* 37:101-112.
- Díaz, M. 1994. Variability in seed size selection by granivorous passerines: effects of bird size, bird size variability, and ecological plasticity. *Oecologia* 99:1-6.
- Díaz, M. 1996. Food choice by seed-eating birds in relation to seed chemistry. *Comparative Biochemistry and Physiology* 113A:239-246.
- Flanders, A. A.; W. P. Kuvlesky Jr.; D. C. Ruthven III; R. E. Zaiglin; R. L. Bingham; T. E. Fullbright; F. Hernández; L. A. Brennan. 2006. Effects of invasive exotic grasses on south Texas rangeland breeding birds. *The Auk* 123:171-182.
- Hrabar, H. D. K.; M. R. Perrin. 2002. The effect of bill structure on seed selection by granivorous birds. *African Zoology* 37:67-80.
- Maier, M. J. 2014. DirichletReg: Dirichlet regression for compositional data in R. Institute for Statistics and Mathematics. Research Report Series. Report 125. Vienna, Austria. 25 p.
- Ortega-S, J. A.; F. A. Ibarra-Flores; A. Melgoza; E. A. Gonzalez-Valenzuela; M. H. Martin-Rivera; J. M. Ávila-Curiel; F. Ayala-Alvarez; C. Pinedo; O.

- Rivero. 2013. Exotic grasses and wildlife in northern Mexico. *Wildlife Society Bulletin* 37:537-545.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Pool, D. B.; A. O. Panjabi; A. Macías-Duarte; D. M. Soljhem. 2014. Rapid expansion of croplands in Chihuahua, Mexico threatens declining North American grassland bird species. *Biological Conservation* 170:274-281.
- SAGARPA. 2010. Guía PROGAN Chihuahua. Consultado en línea 22/04/2015. www.inifap.gob.mx/Documentos/inicio/guias/guia_chih.pdf.
- Sauer, J. R.; J. E. Hines; J. E. Fallon; K. L. Pardieck; D. J. Ziolkowski, Jr.; W. A. Link. 2011. The North American breeding bird survey, results and analysis 1966-2010. Version 12.07.2011. Laurel, MD, USA: USGS Patuxent Wildlife Research Center. Consultado en línea 14/04/2015. <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/bbs/bbs2010.html>.
- Willson, M. F. 1971. Seed selection in some North American finches. *The Condor* 73:415-429.

EVALUACIÓN DEL USO DEL HÁBITAT ENTRE CARNÍVOROS SILVESTRES Y GANADO DOMÉSTICO EN EL APFF MADERAS DEL CARMEN

EVALUATION OF HABITAT USE BETWEEN WILD CARNIVORES AND LIVESTOCK IN MADERAS DEL CARMEN PROTECTED AREA

Rogelio Carrera Treviño¹, Javier Ochoa Espinoza^{2*}; Julio Carrera Treviño²; Francisco Torralba González², Carlos Sifuentes Lugo²; Juan Pablo Fimbres Macias¹.

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Pero de Alba s/n, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León. C.P. 66480. ²Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Boulevard Melchor Múzquiz Km. 2, Ciudad Melchor Múzquiz, Coahuila, C.P. 26340, *javier.ochoa@conanp.gob.mx

RESUMEN

Las interacciones entre la fauna silvestre y los animales domésticos son muy variadas y dependientes del tipo de manejo que se esté llevando a cabo en el terreno. Con el objetivo de ponderar el grado de ocupación que los carnívoros silvestres tienen en relación con el uso que hace el ganado doméstico a través de un mosaico de tipos de hábitat, los cuales pueden contener diferencias en cuanto a composición vegetal y características topográficas, se seleccionaron áreas con diferente uso en el agostadero o sin uso y en ellas se monitoreó la presencia de fauna silvestre y ganado, se calculó el índice de similaridad entre tipos de predios, tipos de vegetación y zonas topográficas. El coyote fue la especie de carnívoro más abundante y el gato montés fue la más frecuente, en tres de los cuatro predios el ganado bovino fue el más abundante, seguido del caprino, sólo en el rancho bajo administración de Cemex las densidades de ganado doméstico fueron menores por lo tanto el potencial de conflicto también lo es, en sentido opuesto el venado cola blanca fue muy abundante en Cemex donde se registraron hasta nueve especies de carnívoros algunos de ellos especializados hacia la depredación de ungulados; cuando se consideró la zona topográfica con el número de especies de carnívoros y su abundancia hubo poca diferencia entre los valles y cañones y bajadas, aunque casi la mitad de los sitios se localizaron en áreas de cañones el porcentaje de similaridad entre estos hábitat y los valles fue alto y muchas especies compartieron ambas estructuras. La implementación de programas de educación y el conocimiento del comportamiento específico de las especies en conflicto son dos de los aspectos básicos que los manejadores de áreas naturales protegidas deben de dominar para brindar mejores resultados en la conservación de especies y el manejo del hábitat.

Palabras clave: Áreas naturales protegidas, carnívoros, ganado doméstico, uso del hábitat.

INTRODUCCIÓN

Las interacciones entre la fauna silvestre y los animales domésticos son muy variadas y dependientes del tipo de manejo que se esté llevando a cabo en el terreno. De acuerdo con Carrera y Lira (2015) algunas de estas relaciones pueden ser consideradas conflictos cuando, un interés económico se ve afectado. Así pues para el caso de la actividad ganadera uno de los escenarios más sentidos por los productores son los eventos de depredación sobre su ganado (Kluever et al. 2008; Naughton et al. 2003; Scheiss et al. 2007). Sin embargo en México

estas interacciones no han sido muy estudiadas y más aún no se conoce de manera certera el grado de ocupación que de manera simultánea una especie silvestre puede estar haciendo uso de un terreno en el que se tiene información conocida de sus límites y del número aproximado de cabezas de ganado que están pastando en determinado tiempo y espacio. Dada la dinámica espacio-temporal de un hábitat compartido y que tanto factores naturales como el clima y la topografía, lo mismo que otros en los que se puede llegar a influir (Martin, 2001) como el tipo de manejo del

pastizal o de ganado (Kluever et al. 2008), presión por cacería e inclusive supresión del fuego (Muchaal y Ngandjui, 1999), resulta de alta importancia para la toma de decisiones en Áreas Naturales Protegidas conocer el comportamiento de la fauna en relación a la presencia del ganado.

Con el objetivo de ponderar el grado de ocupación que la fauna silvestre (especialmente el grupo de los carnívoros) tiene en relación con el uso que hace el ganado doméstico a través de un mosaico de tipos de hábitat, los cuales pueden contener diferencias en cuanto a composición vegetal y características topográficas, se seleccionaron áreas con diferente uso en el agostadero o sin uso y en ellas se monitoreo la presencia de fauna silvestre y ganado. Específicamente en un Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) como Maderas del Carmen donde gran parte de la superficie conserva características naturales con muy bajo grado de alteración y en contraste dichas áreas suelen estar adyacente a otras donde la ganadería extensiva es la actividad principal (Semarnat-Conanp, 2013) resulta importante conocer el comportamiento de las especies de carnívoros. Lo anterior tiene implicaciones de manejo tendientes a tomar acciones como la rotación del ganado en los predios evaluados y establecer de manera general otras acciones de mejoramiento de hábitat para fauna silvestre.

MATERIALES Y MÉTODOS

El APFF Maderas del Carmen se ubica en el desierto Chihuahuense en el extremo noroeste del estado de Coahuila limitado por el rio Bravo al norte y noroeste colindando con el Parque Nacional Big Bend en el estado de Texas, Estados Unidos, se encuentra situada dentro de tres municipios del estado de Coahuila: Múzquiz, Ocampo y Acuña. Cubre una superficie total de 208,381 ha., con un rango de altitudes que

van desde los 500 msnm a la orilla del Rio Bravo hasta los 2,720 msnm.

Vegetación.- El matorral desértico micrófilo se encuentra en las partes bajas donde las precipitaciones son escasas y las temperaturas muy altas, abundan especies como la lechuguilla (*Agave lechuguilla*), el Sotol (*Dasyllirion leiophyllum*), el ocotillo (*Fouqueria splendens*), la gobernadora (*Larrea tridentata*) y especies del genero *Opuntia*. En menor grado de abundancia se encuentra el mezquite (*Prosopis glandulosa*) el gatuño (*Acacia greggii*) y el huizache (*Acacia farnesiana*) entre otros. En las partes bajas también se pueden encontrar especies asociadas al matorral desértico rosetófilo donde destaca la presencia de candelilla (*Euphorbia antisiphylitica*), la lechuguilla, yucas y palmas (*Yucca* spp) y nopales (*Opuntia* spp.) (Semarnat-Conanp, 2013).

Definición de los sitios de evaluación.- Entre los meses de Agosto y Septiembre de 2011 se identificaron las áreas donde se realizan las actividades ganaderas más importantes dentro del área natural protegida, y se definió el orden de prioridad para muestrear dichos sitios, basados en los reportes de daños ocasionados al ganado por carnívoros. Se seleccionaron como sitios de muestreo los Ejidos Los Lirios, San Francisco, y Norias de Boquillas, así como en los terrenos bajo manejo de proyecto “El Carmen” (CEMEX) en las partes altas de Maderas del Carmen. La superficie total del área muestreada fue de aproximadamente 60,000 ha. La etapa de evaluación tuvo una duración de doce meses.

Diseño de muestreo para la instalación de cámaras trampa.- Para realizar el monitoreo se seleccionó el método de foto-trampeo sistemático descrito por Kays and Slauson (2008) el cual permite estudiar aspectos de la ecología de los carnívoros sin la necesidad

de capturar individuos vivos, disminuyendo el riesgo de heridas y muertes en los animales, a la vez que es una técnica relativamente eficiente. Para los muestreos en campo y mediante el uso de un sistema de información geográfica se dividieron los sitios de evaluación definidos con una cuadrícula de un kilómetro por cuadro, seleccionando de una manera sistemática cada sitio de muestreo en las intersecciones de la cuadrícula (MacKenzie y Royle 2005). Con lo anterior se generó un mapa con todos los sitios de muestreo (Figura 1). Posteriormente se visitaron en diferentes ocasiones cada una de las cuatro propiedades y se colocaron en cada una de ellas 50 cámaras digitales con sensor de movimiento y flash infrarrojo y en diferentes temporalidades. Cada sitio donde se colocaron las cámaras fue georeferenciado, registrando la altitud, topografía y tipo de vegetación existente. Cuando el sitio donde se tenía que colocar la cámara se localizó en un lugar inaccesible, de manera aleatoria se seleccionó otro sitio de muestreo en la cuadrícula del área de estudio para reemplazarlo. Las cámaras se colocaron a una altura de 40 cm sobre el suelo fijando el objetivo sobre veredas existentes en cada sitio de muestreo. Las cámaras permanecieron activas en el campo por un periodo mínimo de un mes en cada sesión de foto-trampeo, al término del cual fueron movidas a una nueva área de muestreo, hasta completar un muestreo sistemático representativo del área de estudio.

Análisis de la información.- Con la información recabada en los sitios evaluados se elaboró una base de datos en Excel, con las diferentes especies animales identificadas en las fotografías, así como la frecuencia de ocurrencia de cada una de ellas en cada sitio de muestreo (cámara), es

decir, el número de veces que apareció cada especie en el registro fotográfico. Los datos de frecuencia de ocurrencia de las especies registradas se agruparon por propiedad, por tipo de vegetación, y por topografía para facilitar su análisis e interpretación. En los resultados de los muestreos se reportan todas las especies de animales que se pudieron identificar, se describe la frecuencia de ocurrencia de las especies de carnívoros que se registraron en los muestreos, así como también se reporta la frecuencia de ocurrencia de las diferentes especies de ganado doméstico que se registraron en los muestreos. El análisis de los datos se basó en una interpretación porcentual y para ponderar el grado de ocupación compartida de carnívoros por localidad, tipo de vegetación y zona topográfica se calculó un índice de similaridad cuantitativo de Sorensen, basado en la abundancia de cada especie y no en el número de especies por sitio. Los tipos de vegetación representados en el estudio son los siguientes: pastizal natural, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, chaparral, bosque de encino, bosque de pino-encino, bosque de pino y bosque de ayarín (B Ps). Las estructuras topográficas que componen los tipos de hábitat también se compararon y se clasificaron en valles, cañones y bajadas, y cumbres.

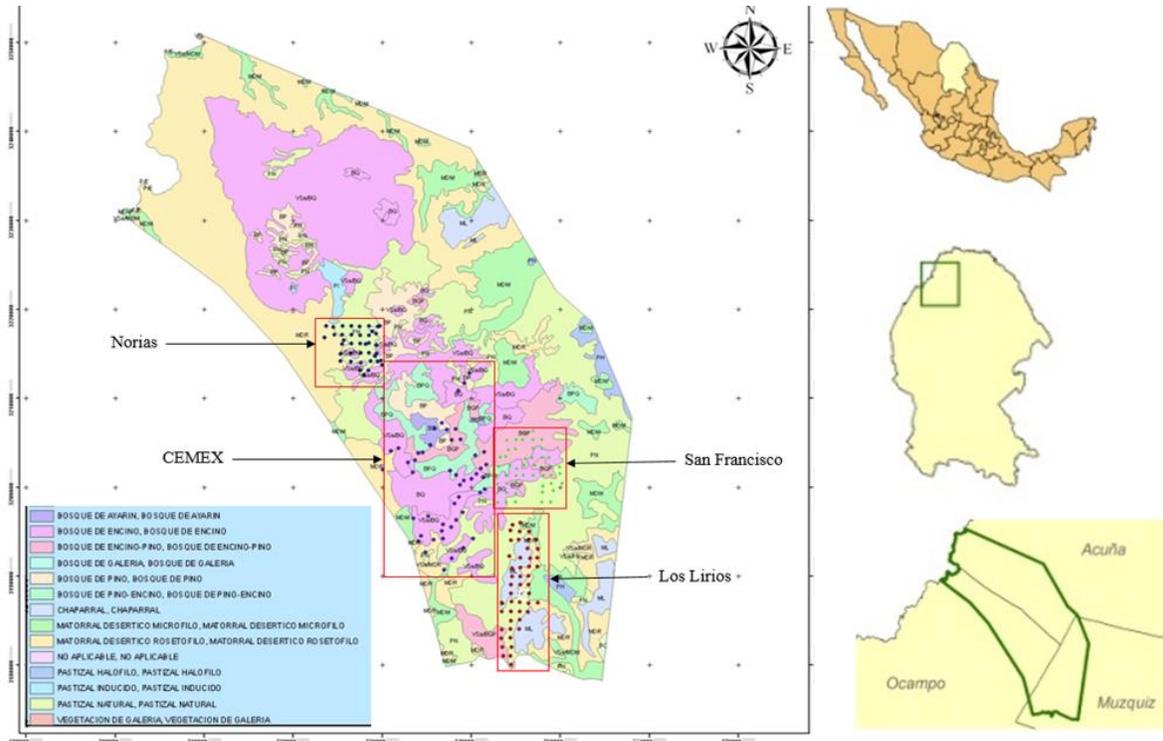


Figura 1. Distribución de las localidades de muestro, clasificación de los tipos de vegetación y localización del área de estudio.

RESULTADOS

Representatividad de especies.- Se registraron 59 especies de animales silvestres y domésticos, de los cuales 26 corresponden a mamíferos, 31 especies de aves y 2 de reptiles, se cuantificaron 5,824 registros fotográficos, con un esfuerzo de captura de 120 días en 200 sitios. En lo relacionado a las potenciales presas (Tabla 1), del total de las especies registradas cinco de ellas (32.9%) correspondieron a animales domésticos, siendo el ganado bovino el más abundante (18.2% de la frecuencia de observación total); cuatro a ungulados silvestres (20.4%) siendo *Odocoileus virginianus* la más frecuente (19.1%) inclusive del total de las especies registradas en el estudio y cinco más a pequeños mamíferos, pero con una frecuencia de observación de 6.16%.

En lo relacionado a la frecuencia de observación de carnívoros 12 especies concentraron el 14.3% del total de las capturas fotográficas, se incluyeron 31 registros de perros domésticos y los carnívoros más comunes en el área de estudio fueron el coyote, el oso negro y la zorra gris; mientras que las especies de carnívoros menos frecuentes fueron el mapache, zorrillo rayado y zorrillo manchado, solo dos especies de carnívoros obligados fueron representadas en el puma y el gato montés (Tabla 2).

Sin embargo, entre los diferentes predios se aprecian diferencias en la proporción de las especies más comunes, encontrando que el coyote es la especie más común en los Lirios y San Francisco, mientras que la más común en Las Norias fue la zorra gris y en Cemex la especie más común fue el oso negro, adicionalmente a estas especies el gato

montés y el zorrillo cadeno fueron las cinco más frecuentes ya que aparecieron en las cuatro localidades evaluadas. En el caso del oso negro es importante destacar que fue la especie de carnívoro más frecuente en el predio Cemex y la segunda más frecuente en el predio Los Lirios, mientras que en San

Francisco y Las Norias su frecuencia relativa fue de las más bajas. Entre las especies de carnívoros menos frecuentes se encontró al mapache solamente en San Francisco y al zorrillo rayado solamente en Cemex, mientras que el zorrillo manchado se registró en Cemex y Los Lirios.

Tabla 1. Registros del número de observaciones y porcentaje de frecuencia relativa en base a las presas potenciales en el APFF Maderas del Carmen

| Grupo | Nombre común/científico | FO | % |
|-------------------------------------|--|------|-------------|
| Herbívoros domésticos | Bovino (<i>Bos taurus</i>) | 1061 | 30.6 |
| | Burro (<i>Equus asinus</i>) | 61 | 1.8 |
| | Caballo (<i>Equus caballus</i>) | 238 | 6.9 |
| | Caprino (<i>Capra sp.</i>) | 544 | 15.7 |
| | Mula (<i>Equus mulus</i>) | 11 | 0.3 |
| Grandes herbívoros silvestres | Elk (<i>Cervus canadensis</i>) | 73 | 2.1 |
| | Jabalí (<i>Pecari tajacu</i>) | 1 | 0.03 |
| | Venado bura (<i>Odocoileus hemionus</i>) | 1 | 0.03 |
| | Venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) | 1113 | 32.1 |

Similaridad entre sitios.- *Comparación entre predios.* Al comparar la ocurrencia de especies de carnívoros entre localidades de muestreo, tomando en cuenta la abundancia de estos, se notó que las más similares fueron Lirios con San Francisco y Norias con más del 50%

(Tabla 3) y la localidad con la que compartió el mayor número de especies fue Norias con ocho, lo que es destacable al considerar su lejanía geográfica, de manera contrastante las localidades menos similares entre sí fueron San Francisco y Cemex con sólo cinco especies compartidas.

Tabla 2. Registros del número de observaciones y porcentaje de frecuencia relativa en base a los carnívoros en el APFF Maderas del Carmen

| Grupo | Nombre común/científico | FO | % |
|----------------------------|--|-----|-------------|
| Carnívoros facultativos | Oso negro (<i>Ursus americanus</i>) | 221 | 26.6 |
| | Coyote (<i>Canis latrans</i>) | 287 | 34.5 |
| | Perro (<i>Canis lupus familiaris</i>) | 31 | 3.7 |
| | Zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>) | 140 | 16.8 |
| | Cacomixtle (<i>Bassariscus astutus</i>) | 69 | 8.3 |
| | Coati (<i>Nasua narica</i>) | 7 | 0.8 |
| | Mapache (<i>Procyon lotor</i>) | 1 | 0.1 |
| | Zorrillo cadeno (<i>Onychomys leucogaster</i>) | 20 | 2.4 |
| | Zorrillo manchado (<i>Spilogale gracilis</i>) | 4 | 0.5 |
| | Zorrillo rayado (<i>Mephitis mephitis</i>) | 3 | 0.4 |
| Carnívoros obligados | Puma (<i>Puma concolor</i>) | 27 | 3.2 |
| | Gato montés (<i>Lynx rufus</i>) | 22 | 2.6 |

Tabla 3. Porcentaje de similitud y número de especies compartidas de carnívoros en cuatro localidades dentro del APFF Maderas del Carmen

| Localidad | Lirios | San Francisco | Norias |
|---------------|----------|---------------|----------|
| San Francisco | 52.9 (7) | | |
| Norias | 52.6 (8) | 35.4 (7) | |
| CEMEX | 32.5 (6) | 21.7 (5) | 32.4 (6) |

Comparación entre tipo de vegetación.-Al agrupar los resultados por tipo de vegetación se destaca el hecho de que la mayor parte de los puntos de muestreo se localizaron en tipos de vegetación que se localiza en los valles con pastizal natural y matorrales desérticos, así como en las zonas de cañones y bajadas de la sierra con presencia de encinos. Los sitios de muestreo en partes altas de la sierra fueron relativamente pocos, sin embargo, el muestreo si es representativo del área muestreada ya que se realizó de manera sistemática. Los carnívoros más frecuentes en los muestreos fueron el coyote, el oso negro y la zorra gris en orden de importancia los cuales en su conjunto representaron el 80% de los registros fotográficos. El gato montés estuvo presente en el 87.5% de los tipos de vegetación evaluados, lo que indica su amplio rango de distribución dentro del área, mientras que el puma fue registrado sólo en el 50% de los tipos de vegetación.

Los tipos de vegetación más similares en cuanto a la abundancia de especies de carnívoros fueron el bosque de pino (BP) con el matorral desértico rosetófilo (MDR) con más del 70% de similitud (Tabla 4), lo que más que estar relacionado a el tipo de estructura del hábitat obedece más a una función de superficie disponible, ya que estos dos tipos de vegetación fueron los de mayor extensión de acuerdo al diseño de muestreo en este estudio, comparativamente el bosque de Ayarin (B Ps) y el matorral desértico micrófilo registraron los valores más bajos de similitud en relación al resto de comunidades vegetales con las que se les

comparó y entre ellos no hubo nada de similitud en cuanto a la abundancia de carnívoros y ninguna especie fue coincidente.

Comparación entre zonas topográficas.-Para comparar las diferencias detectadas entre los tipos de vegetación y facilitar el análisis estadístico de los datos, se agruparon los tipos de vegetación en tres diferentes zonas topográficas: 1) Valles, conteniendo los tipos de vegetación de pastizal natural, matorral desértico rosetófilo, y matorral desértico micrófilo; 2) Cañones y bajadas, conteniendo los tipos de vegetación de chaparral, bosque de encino, y bosque de pino encino; y 3) Cumbres, conteniendo los tipos de vegetación de bosque de pino y bosque de ayarin.

El número de registro de carnívoros por unidad de muestreo fue mayor en los valles (348/76), seguido por los cañones y bajadas (398/91), con un menor número de registros en las cumbres (44/23). La diversidad de especies de carnívoros fue mayor en los cañones y bajadas (12 especies), seguida por los valles (8 especies), y las cumbres (6 especies). En los valles destacó la frecuencia de ocurrencia del coyote (61.8%) en relación al resto de las especies de carnívoros, el cual a su vez no fue registrado en las cumbres. En el caso de las cumbres destaca el oso negro como el carnívoro más frecuente con casi el 70% de los registros. En los cañones y bajadas el oso negro también represento al carnívoro más frecuente, seguido por la zorra gris y el coyote. Por otro lado, las

especies de carnívoros que fueron las menos frecuentes fueron el mapache, el zorrillo rayado, el zorrillo manchado, y el coatí, los que a su vez se registraron en los cañones y bajadas. El porcentaje de similaridad más alto entre zonas topográficas fue de 51.7%

entre los valles y los cañones y bajadas, con ocho especies compartidas, mientras que en las cumbres y los valles se registró un 21.9% de similaridad y cinco especies compartidas y 19.9% entre cañones y cumbres.

Tabla 4. Porcentaje de similaridad y número de especies compartidas de carnívoros en ocho tipos de vegetación dentro del APFF Maderas del Carmen

| Tipo de vegetación | PN | MDR | MDM | CH | BQ | BPQ | B P |
|--------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| MDR | 14.5 (4) | | | | | | |
| MDM | 10.6 (2) | 28.5 (1) | | | | | |
| CH | 18.4 (5) | 28.9 (3) | 6.3 (2) | | | | |
| BQ | 31.5 (7) | 32.1 (5) | 6.6 (3) | 15.1 (5) | | | |
| BPQ | 48.7 (7) | 45.8 (5) | 20.8 (3) | 31.8 (6) | 46.2 (8) | | |
| B P | 10.0 (7) | 73.4 (3) | 1.2 (1) | 9.5 (3) | 25.1 (4) | 41.3 (4) | |
| B Ps | 5.4 (2) | 28.1 (2) | 0.00 | 4.8 (1) | 9.4 (3) | 11.5 (3) | 27.3 (2) |

PN: pastizal natural; MDR: matorral desértico rosetófilo; MDM. matorral desértico micrófilo; CH: chaparral; BQ: bosque de encino; BPQ: bosque de pino-encino; B P: bosque de pino; B Ps: bosque de ayarín.

Registro de ganado doméstico por predios.- La especie de ganado doméstico que fue más frecuente en el registro fotográfico fue el ganado bovino, representando un poco más de la mitad del total de los registros, seguido por el ganado caprino, y el ganado equino. En menor proporción se encontraron burros y mulas (Tabla 5). Sin embargo se encontraron diferencias en la proporción de las diferentes especies de ganado entre las diferentes propiedades muestreadas. En los ejidos Los Lirios y Norias de Boquillas del Carmen la especie más frecuente fue el ganado bovino, mientras que en el Ejido San Francisco la especie más frecuente fue la

cabra. En el caso de la propiedad de CEMEX, los registros fueron casi igualmente para caballos y vacas, los cuales representan animales que traspasaron los límites entre propiedades, ya que no se utiliza este predio para la ganadería. En los resultados sobresale el número de registros de ganado bovino en el ejido Norias de Boquillas del Carmen, representando alrededor del 90% del total de los registros. Este patrón se observa igualmente en el caso de caballos y burros, lo que sugiere una carga animal en el ejido Norias de Boquillas del Carmen superior a los demás.

Tabla 5. Frecuencia de ocurrencia y porcentaje de frecuencia (%) de especies de ganado doméstico identificadas en cuatro localidades dentro del APFF Maderas del Carmen.

| Especie | Lirios | % | SnFco | % | Norias | % | CEMEX | % | Total | % |
|-----------------------|--------|-------|-------|------|--------|------|-------|------|-------|-------|
| <i>Bos taurus</i> | 40 | 58.0 | 60 | 18.2 | 913 | 64.4 | 48 | 48.5 | 1061 | 55.4 |
| <i>Capra sp.</i> | 27 | 39.1 | 259 | 78.7 | 258 | 18.2 | | | 544 | 28.4 |
| <i>Equus mulus</i> | | | | | 11 | 0.8 | | | 11 | 0.6 |
| <i>Equus asinus</i> | 1 | 1.4 | 1 | 0.3 | 59 | 4.2 | | | 61 | 3.2 |
| <i>Equus caballus</i> | 1 | 1.4 | 9 | 2.7 | 177 | 12.5 | 51 | 51.5 | 238 | 12.4 |
| | 69 | 100.0 | 329 | 100 | 1418 | 100 | 99 | 100 | 1915 | 100.0 |

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El coyote fue la especie de carnívoro más abundante y el gato montés fue la más frecuente, en tres de los cuatro predios el ganado bovino fue el más abundante, seguido del caprino, al respecto de la afinidad de la depredación de pequeñas especies domesticas por cánidos como los coyotes, Berger (2006) revisó la efectividad de programas de control en una región de alta producción ovina en el oeste de Estados Unidos, encontró que los coyotes si se concentraban en torno a este tipo de ganado y que de hecho han sido la especie de carnívoro silvestre más controlada de manera legal en ese país.

Sólo en el rancho bajo administración de Cemex las densidades de ganado domestico fueron menores (y de hecho accidentales) por lo tanto el potencial de conflicto también lo es (Bagchi y Mishra, 2006; Michalski et al. 2006; Ogada et al. 2003), en sentido opuesto el venado cola blanca fue muy abundante en Cemex donde se registraron hasta nueve especies de carnívoros algunos de ellos especializados hacia la depredación de ungulados (Treves y Karant, 2003); la relación de abundancia entre depredadores y presas fue estudiada por Ogada et al. (2003), ellos observaron una correlación positiva entre el número de depredadores muertos y el número de presas reportadas como depredadas, lo que implica una relación simétrica con la relación depredador-presa, aunque el tema de estudio de nuestra investigación no fue en si la incidencia de eventos de depredación, este tipo de relaciones nos permite inferir el comportamiento potencial, lo que coincide con lo encontrado por Bagchi y Mishra (2006) quienes estudiaron la depredación del leopardo de las nieves en una región donde el número de ganados supera ampliamente al de ungulados silvestres, y si encontraron una correlación alta ($r^2 = 0.58$) en la dieta en donde la densidad de ganados fue de 29.7 animales/km² y una baja densidad de Ibex

(*Pseudois nayaur*), incluso menor a los 7.8 animales/ km².

Cuando se consideró la zona topográfica con el número de especies de carnívoros y su abundancia hubo poca diferencia entre los valles y cañones y bajadas, aunque casi la mitad de los sitios se localizaron en áreas de cañones el porcentaje de similitud entre estos hábitat y los valles fue alto y muchas especies compartieron ambas estructuras, por otro lado en estudios realizado en África la estructura del hábitat también tuvo que ver con el ataque de hienas sobre ovejas, donde entre más cobertura de arbustos mayor fue la correlación con ataques (56.7%), en el mismo sentido Michalski et al. (2006) observaron que la proporción de bosque tiene alta correlación con los eventos de depredación, la cual nunca fue mayor al 1.24%, y Treves et al (2004) usando variables paisajísticas encontraron que los lobos depredaron de manera selectiva el ganado en sitios con pastos altos con abundancia de venados, por lo que desarrollaron un método para predecir este tipo de conflictos, estos tres trabajos acentúan la importancia entre el número disponible de presas y la estructura o forma de los hábitats.

La frecuencia y costo económico de los conflictos por depredación de animales domésticos aparentemente se está incrementando en muchas áreas del mundo (Treves y Karant, 2003), de ahí la importancia de contar con elementos para la toma de decisiones en el manejo de este tipo de conflictos. Algunas de las estrategias de manejo de conflictos han sido la erradicación, la cosecha regulada y la preservación (Berger, 2006; Carrera y Lira, 2015), esta última es la opción que más se ha promovido en las áreas naturales protegidas, sin embargo, el factor cultural es la más grande barrera a superar, por lo que la implementación de programas de educación y el conocimiento del comportamiento específico de las especies en

conflicto (principal esfuerzo en este estudio) son dos de los aspectos más básicos que los manejadores de áreas naturales protegidas deben de dominar para brindar mejores resultados en la conservación de especies y el manejo del hábitat.

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza que

LITERATURA CITADA

- Bagchi, S. y C. Mishra. 2006. Living with large carnivores: predation on livestock by the snow leopard (*Uncia uncia*). *Journal of Zoology* 268:217-224
- Berger, K.M. 2006. Carnivore-livestock conflicts: effects of subsidized predator control and economic correlates on the sheep industry. *Conservation Biology*, DOI: 10.1111/j.1523-1739.2006.00336.x
- Carrera-Treviño, R. y I. Lira-Torres. 2015. Manual para resolver conflictos entre las actividades humanas y el oso negro (*Ursus americanus* Pallas, 1780) en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey: Consideraciones técnicas para la prevención de daños, el uso de herramientas no letales y el manejo de ejemplares. Laboratorio de Fauna Silvestre, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León, Parque Nacional Cumbres de Monterrey, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Protección de la Fauna Mexicana A.C.
- Kays, R. W., and K. M. Slauson. 2008. Remote Cameras. Pages 110-140 in R. A. Long, P. MacKay, W. J. Zielinski, and J. C. Ray, editors. *Noninvasive survey methods for carnivores*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Kluever, B.M., S.W. Breck, L.D. Howery, P.R. Krausman y D.L. Bergman. 2008. Vigilance in cattle: The influence of predation, social interactions, and environmental factors. *Rangeland Ecology and Management* 61:321-328.
- brindo apoyo económico a través de los programas innovadores estratégicos para la realización del trabajo de campo, a la gerencia de conservación de Proyecto “El Carmen”, por las facilidades brindadas durante el trabajo y a los propietarios de los predios ejidales quienes permitieron la colocación de cámaras en sus terrenos.
- Martin, T. 2001. Abiotic vs. biotic influences on habitat selection of coexisting species: climate change impacts? *Ecology* 82:175-188.
- Muchaal, P.K. y G. Ngandjui. 1999. Impact of village hunting on wildlife populations in the western Dja Reserve, Cameroon. *Conservation Biology* 13:385-396.
- Naughton-Treves, L., R. Grossberg, and A. Treves. 2003. Paying for tolerance: rural citizens attitudes toward wolf depredation and compensation. *Conservation Biology* 17:1500–1511.
- Ogada, M.O., R. Woodrofee, N.O. Oguge y L.R. Frank. 2003. Limiting depredation by african carnivores: the role of livestock husbandry. *Conservation Biology* 17:1521-1530.
- Scheiss-Meier, M., S. Meier, M., S. Ramsauer, T. Gabanapelo, and B. Koing. 2007. Livestock predation-insights form problem animal control registers in Botswana. *Journal of Wildlife Management* 71:1267–1274.
- SEMARNAT-CONANP. 2013. Programa de Manejo, Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. Primera Edición. 151 pp.
- Treves, A. y K.U. Karanth. 2003. Human-carnivore conflict and perspectives on carnivore management worldwide. *Conservation Biology* 17:1491-1499.
- Treves, A., L. Naughton-Treves, E.H. Harper, D.J. Mladenoff, R.A. Rose, T.A. Sickley y A.P. Wydeven. 2004. Predicting human-carnivore conflict: a spatial model derived from 25 years of data of Wolf predation on livestock. *Conservation Biology* 18:114-125



VI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y el bienestar del hombre”.

PRODUCCIÓN ANIMAL EN AGOSTADEROS Y PRADERAS



CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION BOVINO LECHERO EN JALISCO

GROWTH ECONOMIC OF THE DAIRY CATTLE SYSTEMS PRODUCTION IN JALISCO

José Luís Ríos Flores^{1*}, Jesús Enrique Cantú Brito², Miriam Torres Moreno³, Jose Ruiz Torres¹,
Cayetano Navarrete Molina¹, Marco Antonio Torres Moreno⁴.

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230.

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sanchez S/N, Colonia Valle Verde, 27059 Torreón, Coahuila. ³SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México. ⁴Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Carretera México-Texcoco Km. 36.5,

Campus Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. *jrf2005@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar como el ingreso monetario animal¹, la composición del hato, los rendimientos físicos y los precios influyeron sobre el Valor Bruto de la Producción (VBP) de los sistemas de producción bovino lechero en Jalisco. Se utilizó Economía Descriptiva, con enfoques macroeconómico y estático-comparativo, al contrastar 2005 contra 2013. Se analizaron los datos estadísticos de producción de leche bovina por sistema de producción para 2013 versus 2005. Los resultados muestran que el número de animales disminuyó 19.9%, particularmente en los sistemas doble propósito, familiar y especializado, mientras el semiespecializado incremento 26.5%. El ingreso monetario real animal¹ aumentó en todos los sistemas: doble propósito (de \$6,688 a \$10,200), especializado (de \$22,566 a \$33,781), familiar (de \$9,226 a \$21,674), y semiespecializado (de 416,557 a \$25,936). El VBP del subsector lácteo creció 89.0% de \$5,786.567 a \$10,934.175 millones de pesos (constantes de 2013), mientras los rendimientos físicos así como los precios reales del litro de leche fueron favorables al crecimiento económico, pues multiplicaron por 1.43 y 1.09 veces el VBP que realmente se habría tenido con sus efectos, sin embargo la composición del hato (al disminuir el número de bovinos productores de leche) provocó que el VBP disminuyera 16%.

Palabras clave: VBP, Jalisco, sistemas de producción, bovino, leche.

ABSTRACT.

The objective of this study was to determine the monetary income per animal and the herd composition, physical yields and prices to influence in Gross Value of Production (GVP) of dairy cattle system of production in Jalisco. We used descriptive methodology of economics, macroeconomic approaches and static-comparative, when contrasting 2013 against 2005. We analyzed the statistical data of milk cattle per system of production for 2013 versus 2005. The results indicate that the number of animals brought down 19.9%, particularly in systems dual purpose, specialized, and family while semi specialized increased 26.5%. Real monetary incomes per animal increased in all systems: dual purpose (of \$6,688 at \$10,200), specialized (of \$22,566 to \$33,781), family (of \$9,226 to \$21,674) and semi specialized (from 416,557 to \$25,936). The VBP in the dairy subsector grew up 89.0% from \$5,786.567 to \$10,934.175 million pesos (constant of 2013), while the physical yields as well as real prices of milk were profitable to economic growth, because they multiplied by 1.43 and 1.03 times the VBP who really would have had with its effects, however the herd composition (by decreasing the number of milk cattle) caused the VBP to decrease 16%.

Key words: GVP, Jalisco, production system, cattle, milk.

INTRODUCCIÓN

En México, el sector lácteo es considerado la tercera actividad más importante dentro de la rama de la industria de alimentos (SE, 2010),

genera más de 50,000 empleos y contribuye con el 0.6% del PIB. La producción de leche nacional presentó tendencia creciente de 1.2% a tasa media anual entre 2001 y 2011

(Núñez, 2013). En los últimos años, la producción de leche de bovino ha sufrido los estragos de la crisis económica mundial, así como altibajos en los precios. Los incrementos en la producción durante los últimos 10 años, son consecuencia de las mejoras tecnológicas, así como el empleo de razas especializadas en producción lechera, lo que hapropiciadomayor inversión en el sector, caracterizado por su heterogeneidad tanto productiva como económica. La producción de leche bovina en México se desarrolla en condiciones tecnológicas, agroecológicas y socioeconómicas diversas, dentro de las cuales se identifican cuatro sistemas de producción: especializado, semiespecializado, familiar y de doble propósito (ASERCA, 2010). En 2013 Jalisco aportó el 18.95% de la producción de leche (10, 965, 632 miles de litros), siendo los municipios de San Juan de los Lagos, Encarnación de Díaz, Tepatitlán de Morelos, Lagos de Moreno, San Miguel el Alto y Tototlán los más importantes (OEIDRUS-Jalisco, 2012), dentro de los cuales se identifican como principales sistemas de producción; el familiar y semiespecializado, aunque de acuerdo con Lara *et al.*, (2003), durante 1990 a 2000 la producción de leche en Jalisco tuvo un cambio tecnológico: el sistema especializado incrementó de 22 a 50%. De acuerdo con ASERCA (2010), en la ganadería lechera, se observa un fenómeno de concentración de la producción hacia productores o grupos integrados verticalmente, que les permite participar del valor agregado generado en el acopio,

transformación y comercialización de la leche, lo que plantea un reto para los pequeños productores, que conforman los sistemas de producción familiar y doble propósito. Por lo que es indispensable determinar cómo afectaron cada uno de los factores determinantes del crecimiento económico en los sistemas de producción bovino leche en el estado de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información. Se utilizó la base de datos del subsector lácteo correspondiente al estado de Jalisco obtenidos de los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de los ciclos 2005 hasta el 2013 del SIAP – SAGARPA. Para la deflactación de precios se empleó el Índice Nacional de Precios Productor. Base 2013=100 para los sectores: Agricultura, cría y explotación de animales, publicado por el INEGI en 2012.

Metodología económica empleada y variables evaluadas. Se analizaron las variables: precios del litro en términos reales, y deflactados en pesos constantes del 2013, rendimientos animal^{-1} , rendimiento monetario animal^{-1} , productividad física animal^{-1} . En todos los casos se construyeron variables para la especie bovino lechero. Al compararse 2005 y 2013, se empleó un enfoque económico de tipo *estático-comparativo* de acuerdo con Astori (1984), para la determinación de los Efectos composición del hato, rendimientos físicos y precios reales del litro de leche, se elaboraron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Efecto de la composición del hato en el VBP: } VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{i-2005} R_{i-2013} P_{i-2013}$$

$$\text{Efecto de los rendimientos físicos en el VBP: } VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}$$

$$\text{Efecto Precios Reales en el VBP: } VBP_{EP} = \sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}$$

Indicador del Efecto de la composición del hato: $EC = \frac{\sum_{i=1}^n N_{1-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2005} R_{i-2013} P_{i-2013}}$

Indicador del Efecto de los rendimientos físicos: $ER = \frac{\sum_{i=1}^n N_{1-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}}$

Indicador del Efecto Precios Reales: $EP = \frac{\sum_{i=1}^n N_{1-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}}$

Dónde: N= Número de animales en explotación, R= Rendimiento físico por animal y P= Precio real.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores productivos de los sistemas de producción bovino de leche en el estado de Jalisco. El número de bovino lechero en el estado de Jalisco, descendió 19.9% (de 562,687 a 450,705) en el periodo 2005-2013, con una Tasa Anual de Crecimiento (TAC) = -2.4%, observándose esta tendencia decreciente en tres de los cuatros sistemas de producción en el estado, siendo el sistema semiespecializado el único que incrementó en 26.5% (de 139,962 a 177,014), mientras que el doble propósito disminuyó un 38.3% (de 178,031 a 109,870 animales), al mismo tiempo, el sistema especializado disminuyó un 26.7% (de 30,495 a 25,737bovinos), por otro lado el sistema de producción familiar decreció a un ritmo de TAC= 8.3% al pasar de 56,232 a 25,737 bovinos, lo que indica que de seguir con esta tendencia este sistema de producción estaría desapareciendo. Es importante mencionar que Jalisco cuenta con el mayor número de agro empresas familiares (García *et al.*, 2006), sobre el semi especializado. En este sentido FIRA (2014), menciona que la lechería en Jalisco se desarrolla en empresas pequeñas y medianas, con hatos que oscilan entre 30-50 cabezas, en

su mayoría utilizan mano de obra familiar, con rendimientos de 15 L día⁻¹, lo que se traduce en una baja rentabilidad.

Precios de la leche, rendimiento físico y monetario por animal. La productividad del hato lechero en Jalisco en promedio fue creciente al pasar de 3,003 L animal⁻¹ año⁻¹ a 4,611 L animal⁻¹ año⁻¹, lo que indica un incrementó de 53.5% con TAC=4.9%. Por otro lado se observó que los precios reales del litro de leche incrementaron con un ritmo de TAC=0.34%, lo que provoco que el ingreso monetario animal⁻¹ creciera 5.2% (de \$14,715 animal⁻¹ a \$23,286 animal⁻¹). Mientras que en La Comarca Lagunera, los precios del litro de leche durante 1990-2011 descendieron un 30.32% (Ríos *et al.*, 2014), en el estado de Jalisco los precios por litro se elevaron en promedio 3.7%. Se pudo observar que en tres de los cuatro sistemas el precio real de la leche tuvo tasas de crecimiento cercanas al 1%, mientras en el familiar el precio no mostró variaciones significativas al crecer con TAC= 0.03%, sin embargo el ingreso monetario en este se incrementó con TAC= 10%, aun cuando los precios reales del litro de leche de este sistema no mostraron

cambios significativos, la producción incremento a un ritmo de 9.9% anual (4.0% doble propósito, 3.6% especializados y 4.0% semi especializados). Mientras en el sistema familiar incrementaron su productividad monetaria animal⁻¹ año⁻¹ 134.9% (de \$9,226 a \$21,674). Por otro lado, la productividad monetaria de los demás sistemas de producción fueron menores en relación al sistema familiar, el bovino especializado incrementó en términos absolutos \$11,215 su rendimiento monetario (de \$22,56 a \$33,781 bovino⁻¹ año⁻¹), debido a que su productividad creció 3.6%, mientras el precio creció 0.96%. El sistema semiespecializado incremento su productividad monetaria en 5.2% (de \$16,557 a \$25,936 bovino⁻¹ año⁻¹). Finalmente el sistema doble propósito incremento su rendimiento en 4.0% y el precio real 0.73%, por lo que su ingreso monetario paso de \$ 6, 688 a \$10,200 animal⁻¹. El ingreso monetario por animal es un indicador importante, en tanto que de acuerdo con (Cervantes y Cesin, 2008), la razón de que la lechería se oriente a la especialización y diversificación, muy probablemente se

relaciona con la escala, ya que la reducida cantidad de tierra y animales no les permite sobrevivir exclusivamente de esa actividad, lo cual conduce a los productores a buscar otras fuentes de ingreso.

Efectos composición, rendimientos físicos y precios del litro de leche por subsector. El VBP del Estado de Jalisco aumentó 32.1% (de \$8,279.7 a \$10,934.2 millones de pesos). Se determinó que por efecto de la composición del hato, el VBP fue 16.09% menor de lo que se habría logrado de mantener constante la composición del hato, es decir; si en el 2013 se hubiera tenido la misma composición del hato que se tenía en el 2005, el VBP que se hubiera generado hubiera sido igual a \$13, 031.3 millones de pesos, sin embargo al modificarse el número de animales en el estado de Jalisco, el VBP realmente logrado fue de \$10, 934.2 millones de pesos, es decir; el desplazamiento del sistema de producción familiar y crecimiento en el número de animales en los demás sistemas de producción lechero provocaron que el VBP descendiese un 16% (Cuadro 1).

Cuadro 1: Efectos composición, rendimientos físicos (RF) y precios reales (P) en los sistemas de producción bovino lechero, Jalisco.

| Variable macroeconómica | VBP (en millones de pesos constantes de 2013) | | | | | Sumatoria de Riemann prototipo |
|--|---|-----------------------|------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | Sistema Doble Propósito | Sistema Especializado | Sistema familiar | Sistema semiespecializado | Total= $\sum N_i RF_i P_i$ | |
| VBP Real alcanzado en 2013 | \$ 1, 120.7 | \$ 4,664.7 | \$ 557.8 | \$ 4,591.0 | \$ 10,934.2 | $\sum N_{ie} RF_{ie} P_{ie}$ |
| VBP de 2013 con Efecto Composición | \$1,816.0 | \$ 6,366 | \$ 1,218.7 | \$ 3,630.01 | \$ 13,031.3 | $\sum N_{id} RF_{id} P_{id}$ |
| VBP de 2013 con Efecto rendimientos | \$ 784.89 | \$ 3,396.99 | \$ 238.03 | \$ 3,220.54 | \$ 7,640.4 | $\sum N_{ie} RF_{ie} P_{ie}$ |
| VBP de 2013 con el efecto precios reales | \$ 1,049.29 | \$ 4,278.81 | \$ 556.48 | \$ 4,177.94 | \$ 10,062.5 | $\sum N_{ie} RF_{ie} P_{id}$ |
| Composición = A/B | 0,62 | 0,73 | 0,46 | 1,26 | 0,84 | |
| Rendimientos físicos = A/C | 1,43 | 1,37 | 2,34 | 1,43 | 1,43 | |
| Precios = A/D | 1,07 | 1,09 | 1,00 | 1,10 | 1,09 | |

Fuente: Elaboración propia.

El efecto de los rendimientos físicos en los diferentes sistemas de producción provocó que el VBP incrementara en 43% en el periodo, ya que de haberse mantenido los rendimientos físicos que se tenían en 2005 el 2013, el VBP que se hubiera sido igual a \$7, 640.4 millones de pesos. El hecho de que la producción anual incrementara a TAC= 4.0 % doble propósito, 3.6% especializados, 9.9% familiar y al 4.0% semiespecializados, provocó que el VBP incrementará en \$3,293.8 millones de pesos. Finalmente, es necesario recordar que los precios reales de las leches, fueron crecientes en los cuatro sistemas de producción lo que trajo un efecto favorable sobre el VBP, ya que incrementó la riqueza del sector en un 9%.

CONCLUSIONES

Aun cuando los rendimientos físicos y los precios del litro de leche en el Estado de Jalisco fueron favorables para el crecimiento económico del subsector lácteo, este depende directamente del número de animales en explotación en los diferentes sistemas de producción, lo que finalmente determinara el crecimiento económico del estado. Los sistemas especializado y semiespecializado contribuyen principalmente con la generación de riqueza en el estado, por lo que están desplazando a los sistemas familiar y doble propósito.

LITERATURA CITADA

ASERCA. 2010. Situación actual y perspectiva de la producción de Leche de bovino en México 2010. Claridades Agropecuarias. 207: 34-43. Disponible en <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/207/ca207-34.pdf> (Consultada el 12 de Enero del 2014).

Astori D. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5^a edición. Siglo veintiuno editores. México. 1984. 257pp.

Cervantes, E. F.;V. A. Cesín. 2008. La pequeña lechería rural o urbana en México y su papel en el amortiguamiento de la pobreza. Rev. Unell. Cienc. Tec. 25: 72-85.

FIRA. Red de Valor: Bovinos Leche en el Estado de Jalisco. 2015. Disponible en: <https://www.fira.gob.mx/OportunidadNeg/DetalleOportunida.jsp?Detalle=24>(Consultada el 25 de Abril del 2014)

García, M. JG.; A.V. Mariscal.; N. N. A Caldera.; V. R. Ramírez.; Q. H.Estrella.; D. R. Núñez. 2006. Variables relacionadas con la producción de leche de ganado Holstein en agroempresas familiares con diferente nivel tecnológico. Interciencia. 32 (12): 841-846.

INEGI. Índice Nacional de Precios Productor del 2012. Boletín de Prensa Núm. 230/12. 9 de Julio de 2012 Aguascalientes, Ags. 2012.

Lara, C.D.; F. JS. Mora.; D. MA. Martínez.; D. G. García.; S. JM. Omaña.; Y. J. Gallegos. 2003. Competitividad y ventajas comparativas de los sistemas de producción de leche en el estado de Jalisco, México. Agrociencia 37 (1): 85-94.

Núñez, G.LD. Artículo: Perspectivas de producción de leche 2013. El Economista. 20 de Mayo del 2013. Disponible <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2013/05/20/perspectivas-produccion-leche-2013>. (Consultada el 13 Diciembre del 2014).

OEIDRUS-SIAP. 2012. Producción de leche en Jalisco. Disponible en <http://www.oeidrus-jalisco.gob.mx/boletines/produccion-leche-jalisco/>. (Consultado el 17Febrero del 2014)

Rios, F. JL.; M. MA. Torres.; M. M. Torres.;
T. J. Ruiz.; F. R. Castro.2014. Factores
determinantes del crecimiento económico
de la ganadería lechera de la comarca
lagunera. Abanico veterinario 4 (3): 43-
50.

SE. (Secretaría de Economía). 2010.Análisis
del sector lácteo en México. Secretaría de
Economía. Dirección General de
Industrias Básicas. Marzo 2012.
Disponible en
[http://www.economia.gob.mx/files/comu-
nidad_negocios/industria_comercio/infor-
macionSectorial/analisis_sector_lacteo.p-
df](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/analisis_sector_lacteo.pdf). (Consulta el 23 de Enero del 2015)

SIAP. Servicio de Información
Agroalimentaria y Pesquera). 2013.
Resumen de la producción pecuaria por
estado. Disponible en
[http://www.siap.gob.mx/ganaderia-
resumen-municipal-pecuario/](http://www.siap.gob.mx/ganaderia-resumen-municipal-pecuario/)(Consultado
el 18 de enero del 2015).

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINO LECHERO Y SU CRECIMIENTO ECONOMICO EN EL ESTADO DE SONORA

DAIRY CATTLE SYSTEMS PRODUCTION AND GROWTH ECONOMICIN THE SONORA STATE

José Luís Ríos Flores^{1*}, Miriam Torres Moreno², Jesús Enrique Cantú Brito³, Jose Ruiz Torres¹,
Cayetano Navarrete Molina¹, Marco Antonio Torres Moreno⁴

¹Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas., Bermejillo, Durango, C.P. 35230.

²SAGARPA, Delegación-Región Lagunera-Subdelegación de Planeación y Desarrollo Rural, Cd. Lerdo 35000, Dgo., México.

³Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro – Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sanchez S/N, Colonia Valle Verde, 27059 Torreón, Coahuila. ⁴Universidad Autónoma Chapingo – Colegio de Posgraduados - Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Campus Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. *j.rf2005@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar cómo el ingreso monetario animal¹, la composición del hato, los rendimientos físicos y los precios influyeron sobre el Valor Bruto de la Producción (VBP) de los sistemas de producción bovino lechero en el estado de Sonora. Se utilizó Economía Descriptiva, con enfoques macroeconómico y estático-comparativo, al contrastar 2005 contra 2013. Se analizaron datos estadísticos de producción de leche bovina por sistema de producción para 2013 versus 2005. Los resultados indican que el número de bovino lechero en el estado disminuyó 40.8% en el periodo analizado, particularmente en los sistemas de producción doble propósito, especializado y sobre todo el semiespecializado que redujo 3/5 su tamaño. El ingreso monetario real por animal aumentó de \$10,399 a \$15,840, particularmente en tres de los cuatro sistemas, disminuyendo en el sistema bovino especializado, de \$48,318 a \$43,507. El VBP decreció 9.9% entre 2005 y 2013 (de USD\$45.96 a USD\$41.41 millones). La disminución del VBP se debió a dos factores: la composición (que disminuyó el VBP en 37.4%) y los precios (que disminuyeron el VBP en 1.5%), los rendimientos físicos por su parte, amortiguaron la caída del VBP al elevarle en 15.3%.

Palabras clave: VBP, Sonora, sistemas de producción, bovino, leche.

ABSTRACT

The objective was to determine how the animal¹ monetary income, herd composition, physical yields and prices influenced the Gross Value of Production (GVP) systems bovine milk production in the state of Sonora. Descriptive Economics was used, with macroeconomic and static-comparative approaches, contrasting 2005 with 2013. Statistics bovine milk production were analyzed by production system for 2013 *versus* 2005. The results indicate that the number of dairy cattle in the state decreased 40.8% in the period analyzed, particularly in dual purpose production systems, specialized and especially semispecialized reducing its size in 3/5. The actual monetary income per animal increased from USD\$10,399 to USD\$15,840, particularly in three of the four systems, decreasing the bovine specialized system of \$48,318 to \$43,507. The GVP decreased 9.9% between 2005 and 2013 (from USD\$45.96 to USD\$41.41 million). The GVP decrease was due to two factors: the composition (GVP decreased in 37.4%) and prices (which decreased by 1.5% GVP), physical yields meanwhile, cushioned the fall of GVP to elevate 15.3 %.

Key words: GVP, Jalisco, production system, cattle, milk.

INTRODUCCIÓN

Leche, carne, miel y huevo son bienes que conforman los productos pecuarios de importancia pecuaria en Sonora. De acuerdo con el SIAP (2014), los principales productos pecuarios son la producción de carne de

cerdo, la cual representó 46.9% del VBP pecuario estatal, seguido de la producción de carne bovina con 25.7% del VBP, el huevo para plato representó el 19.1% del VBP del sector pecuario en la entidad, seguido de la

carne de ave la cual representa el 3.4% del VBP pecuario estatal. La producción de leche es la que representa menor aportación de valor, pues representa apenas el 4.5% del VBP pecuario en la entidad, al producirse durante el 2013, un total de 111, 375 miles de litros lo que representó un ingreso para el estado igual a \$ 644 millones de pesos. A pesar de que la producción de leche representa apenas el 4.5% del VBP pecuario, se estima que en promedio se producen 255,000 litros de leche diarios, de los cuales aproximadamente 150,000 litros provienen de establos tecnificados y 105,000 litros de establos rústicos (SAGARPA, 2011), lo que devela la importancia que tienen los sistemas menos tecnificados de producción de leche para el estado de Sonora. Y es que en Sonora existe un perfil productivo de Unidades Rurales Familiares (URF) dedicadas a la quesería del tipo artesanal. Se trata de familias que en promedio cuentan con hatos inferiores a 30 vientres, que estarían representando el 84% del padrón de productores con un 39% del total de vientres (Hernández, Andablo y Ulloa, 2008). Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar cómo los factores determinantes del crecimiento económico afectaron al VBP en el estado de Sonora y como estos se

presentaron en cada uno de los sistemas de producción bovina lechera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información. Se utilizó base de datos del subsector lácteo correspondiente al estado de Sonora obtenidos de los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria de los ciclos 2005 hasta el 2013 del SIAP – SAGARPA. Para la deflactación de precios se empleó el Índice Nacional de Precios Productor. Base 2013=100 para los sectores: Agricultura, cría y explotación de animales, publicado por el INEGI en 2012.

Metodología económica empleada y variables evaluadas. Se analizaron las variables: precios del litro en términos reales, y deflactados en pesos constantes del 2013, rendimientos animal⁻¹, rendimiento monetario animal⁻¹, productividad física animal⁻¹. En todos los casos se construyeron variables para la especie bovino lechero. Al compararse 2005 y 2013, se empleó un enfoque económico de tipo *estático-comparativo* de acuerdo con Astori (1984), para la determinación de los Efectos composición del hato, rendimientos físicos y precios reales del litro de leche, se elaboraron las siguientes ecuaciones:

$$\text{Efecto de la composición del hato en el VBP: } VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{i-2005} R_{i-2013} P_{i-2013}$$

$$\text{Efecto de los rendimientos físicos en el VBP: } VBP_{EC} = \sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}$$

$$\text{Efecto Precios Reales en el VBP: } VBP_{EP} = \sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}$$

$$\text{Indicador del Efecto de la composición del hato: } EC = \frac{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2005} R_{i-2013} P_{i-2013}}$$

Indicador del Efecto de los rendimientos físicos:
$$ER = \frac{\sum_{i=1}^n N_{1-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2005} P_{i-2013}}$$

Indicador del Efecto Precios Reales:
$$EP = \frac{\sum_{i=1}^n N_{1-2013} R_{i-2013} P_{i-2013}}{\sum_{i=1}^n N_{i-2013} R_{i-2013} P_{i-2005}}$$

Dónde: N= Número de animales en explotación, R= Rendimiento físico por animal, P= Precio real y i = i-ésimo sistema de producción. Fueron cuatro los sistemas de producción de leche bovina: Bovino doble propósito, Bovino semiespecializado, Bovino familiar y Bovino especializado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores productivos de leche en el estado de Sonora. El estado de Sonora concentró el 6.9% del hato lechero nacional, con ello aportó 2.8% de la producción física anual y contribuyó con ¢3 centavos de cada peso generado por la producción de leche en el país en 2005, y en 2013 los porcentajes con que el estado participó en la producción nacional en el rubro lechero fueron de 4.7%, 2.2% y 2.2% respectivamente. Se determinó que el sistema en el que más contribuye Sonora en el ámbito nacional, fue el del sistema familiar, con 24.2% del total del hato estatal en 2013, con el que aportó el 10% de la producción nacional de ese sistema, con un precio 9% inferior al promedio nacional. En 2005 el precio promedio de la leche bovina en Sonora fue de \$4.8 L⁻¹, mientras el promedio nacional fue de \$3.81 L⁻¹, es decir; fue 7% superior, sin embargo al desagregarse por sistema, se observa que el precio de la leche del sistema especializado fue superior (19.8%) al nacional, mientras el precio del sistema familiar, doble propósito y semiespecializado fueron inferiores al nacional. Durante el 2013, se observó la misma situación, toda vez que estos últimos

sistemas de producción tuvieron un precio por litro menor al nacional y solamente la leche producida en el sistema especializado gozó de mejor precio. El estado de Sonora, no se caracterizó por contar con una elevada productividad física del hato lechero, pues mientras en 2005, el bovino lechero en promedio nacional produjo 4,533 kg año⁻¹, el bovino lechero en el estado produjo solamente 1,780 kg año⁻¹, mientras en 2013 la productividad física a nivel nacional fue de 5,852 kg año⁻¹, en Sonora fue 2,768 kg año⁻¹, equivalente al 47.3%, lo cual, indica que el bovino lechero del estado de Sonora incremento en 6.4% su rendimiento físico entre 2005 y 2013.

El número de bovinos productores de leche en el estado de Sonora, sufrió varias modificaciones en el periodo analizado. En conjunto, el número de animales descendió 40.8% (de 67,777 a 40,091 vientres), en el período 2005-2013, equivalente a una TAC= 5.7%. Desglosando las cifras se observa que solo el sistema familiar incremento en 1.5% el número de vientres, mientras que los sistemas especializado, semiespecializado y doble propósito tuvieron descensos de 5.8%, 73.4% y 8.5% respectivamente, en el periodo 2005-2013. Por otro lado la producción física anual del hato muestra que aun cuando el número de animales disminuyó en 40.8%, la producción física anual descendió un 8% al pasar de 120,675 ton año⁻¹ a 110,963 ton año⁻¹. El VBP del subsector bovino lechero en el estado fue decreciente en el periodo al pasar

de USD\$45.96 a USD\$41.41 millones, es decir; en el periodo 2005-2013 dejó de percibirse en el estado una riqueza igual a USD\$4.55 millones, lo que equivale a un descenso de 9.9% con TAC= 1.2%. Al igual que la producción física, los responsables de que el VBP haya declinado en USD\$4.65 millones, fueron los sistemas de producción semiespecializados y especializados, ya que en el primero el VBP cayó USD\$4.65 millones mientras el segundo le disminuyó USD\$1.52 millones, en conjunto, la pérdida ascendió a USD\$6.17 millones, no obstante, los sistemas de producción doble propósito y familiar amortiguaron la caída del VBP, pues el sistema doble propósito le elevó en USD\$0.36 millones y el familiar en USD\$1.26 millones, lo que provocó que el VBP descendiera a USD\$41.41.

Composición del hato lechero, rendimientos físicos y precios reales. La estructura del hato lechero en 2005, muestra que por cada bovino en el sistema familiar, había 0.13 bovinos de doble propósito, 0.52 bovino especializado y 2.00 bovino semiespecializado es decir; una proporción igual a 1:0.13:0.52:2. Mientras para el año 2013, esta composición varió notablemente, ya que por cada bovino lechero del sistema familiar había 0.12 bovino doble propósito, 0.49 bovino especializado, 0.52 bovino semiespecializado, es decir; 1:0.12:0.49:0.52. Lo anterior señala que en términos relativos, el sistema de producción familiar ha desplazado a los otros sistemas de producción bovino lechero, al mantenerse en proporción, respecto de los demás sistemas de producción. Desde la perspectiva de la producción física anual, la variación en la composición del hato promovió que durante el 2005 de cada litro de leche producido por el sistema de producción familiar se produjeron 0.29 L en el sistema doble propósito, 5.38 L en el sistema especializado y 2.50 L en el semiespecializado, mientras en

el 2013, la producción familiar *desplazó* a los demás sistemas de producción, toda vez que por cada litro de leche familiar se generaron 0.28 L en doble propósito, 3.49 L en el especializado y 1.47 L en el semiespecializado. En cuanto al ingreso monetario se determinó que en el 2005 el bovino familiar tuvo un ingreso de \$3,506 bovino⁻¹ y en 2013 el ingreso incrementó hasta \$4,481bovino⁻¹, lo que indica un incremento de 27.8%, mientras que el bovino doble propósito incrementó en 40.3% (de \$7,760 bovino⁻¹ a \$10,883 bovino⁻¹), en el especializado decrementó 10% (\$48,318 bovino⁻¹ a \$43,507 bovino⁻¹), y el semiespecializado incrementó el ingreso en 218.7% al pasar de \$4,090 bovino⁻¹ a \$13,035 bovino⁻¹ en el periodo analizado. En forma concentrada el ingreso monetario por animal incrementó 52.3% al pasar de \$10,399 bovino⁻¹ a \$15,840 bovino⁻¹, mostrando TAC= 4.79%.

Efecto de la composición del hato, rendimientos físicos y precios en el VBP. Como ya se mencionó en el periodo 2005-2013, el VBP del subsector bovino lechero del estado de Sonora disminuyó 9.9% al pasar de USD\$45.96 a USD\$41.41 millones. Visto en detalle, se determinó que si se hubiera mantenido la misma composición del hato en 2013 que existía en 2005, el VBP que se hubiera generado hubiera sido igual a \$USD 66.20 millones, sin embargo al modificarse la estructura del hato, conforme se analizó anteriormente el VBP que realmente se logró fue de \$USD 4141 millones, es decir el VBP realmente generado fue 37.4% inferior al que se habría logrado de mantenerse constante la composición del hato. Por otro lado se determinó que por efecto de los rendimientos físicos el VBP incrementó 15.3%, es decir, si en 2013 se hubieran tenido los mismos rendimientos físicos, el VBP que se habría generado hubiera sido igual a USD\$35.93, sin embargo

al modificarse los rendimientos el VBP realmente obtenido fue igual a USD\$41.41 millones. Lo anterior indica un efecto favorable de los rendimientos físicos sobre el VBP. Finalmente los precios reales del litro de leche tuvieron un efecto desfavorable sobre el VBP, ya que de haberse mantenido los mismos precios que existían en 2005, el

VBP que se habría logrado, hubiera sido igual a USD\$42.02 millones, sin embargo la caída de los precios reales del litro de leche implicó que el VBP de 2013 fuera igual a USD\$ 41.41, es decir; el VBP realmente logrado fue 1.5% inferior por efecto de los precios reales del litro de leche (Cuadro 1).

Cuadro 1: Efectos composición del hato, rendimientos físicos y precios reales en el VBP del sector bovino lechero, Sonora.

| Variable macroeconómica | VBP (en millones de USD constantes de 2013) | | | | Total= $\sum N_i R F_i P_i$ | Sumatoria de Riemann prototipo |
|--|---|---------------|----------|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| | Doble Propósito | Especializado | Familiar | Semiespecializado | | |
| A) VBP Real alcanzado en 2013 | \$ 1,61 | \$ 25,93 | \$ 5,51 | \$ 8,36 | \$ 41,41 | $\sum N_{ie} R F_{ie} P_{ie}$ |
| B) VBP 2013 con Efecto Composición | 1,8 | 27,5 | 5,42 | 31,47 | \$ 66,20 | $\sum N_{id} R F_{id} P_{id}$ |
| C) VBP 2013 con Efecto Rendimientos físicos | \$ 1,14 | \$ 27,86 | \$ 4,13 | \$ 2,79 | \$ 35,93 | $\sum N_{ie} R F_{id} P_{ie}$ |
| D) VBP 2013 con Efecto precios reales | \$ 1,62 | \$ 26,81 | \$ 5,74 | \$ 7,86 | \$ 42,02 | $\sum N_{ie} R F_{ie} P_{id}$ |
| Efecto Composición de 2005 en VBP 2013 = A/B | 0,915 | 0,942 | 1,015 | 0,266 | 0,626 | |
| Efecto Rendimientos físicos de 2005 en VBP 2013= A/C | 1,409 | 0,931 | 1,331 | 2,997 | 1,153 | |
| Efecto Precios de 2005 en VBP 2013 = A/D | 0,996 | 0,967 | 0,960 | 1,063 | 0,985 | |

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

Se concluye que los sistemas de producción familiar y/o de traspatio así como el de doble propósito son sumamente importantes para el estado, dado que el producto principal está siendo transformado en otros subproductos, lo que ha provocado que estos dos sistemas hayan mejorado sus rendimientos en el periodo analizado debido principalmente a la especialización.

LITERATURA CITADA

Astori D. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. 5^a edición. Siglo veintiuno editores. México. 1984. 257pp.

Hernandez, M. C., Ulloa A y Andablo A. 2008. Cambios en el sistema agroalimentario y reestructuración ganadera. Los retos para las empresas y los campesinos que participan en la industria de la carne de res, en B. Cavalotti, B, Ramirez, y C. Marcof (Comp). Ganadería y desarrollo rural en tiempos de crisis. Universidad Autónoma Chapingo. CEDRESSA, Cámara de

Diputados. Colegio de Posgraduados. Campus.

INEGI. Índice Nacional de Precios Productor del 2012. Boletín de Prensa Núm. 230/12. 9 de Julio de 2012 Aguascalientes, Ags. 2012.

Rios, F. JL.; M. MA. Torres.; M. M. Torres.; T. J. Ruiz.; F. R. Castro.2014. Factores determinantes del crecimiento económico de la ganadería lechera de la comarca lagunera. Abanico veterinario 4 (3): 43-50.

SIAP. 2014. Infografía Agroalimentaria de Sonora. Primera edición, 2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA.

SAGARHPA 2011. Se busca incrementar la producción de leche en Sonora. Nota del 3 de mayo del 2011. Disponible en <http://sagarhpa.sonora.gob.mx/noticias/se-busca-incrementar-la-producci%C3%B3n-de-leche-en-sonora> Publicado en abril del 2011. Acceso en mayo del 2011.

CALIDAD NUTRICIONAL, PATRONES DE FERMENTACIÓN RUMINAL Y METABOLITOS SANGUÍNEOS DE BOVINOS EN PASTOREO.

NUTRITIONAL QUALITY, PATTERNS OF RUMINAL FERMENTATION AND BLOOD METABOLITES IN BOVINES GRAZING.

Oswaldo Reyes Estrada^{1*}, Manuel Murillo Ortiz¹, Esperanza Herrera Torres¹,

Francisco Oscar Carrete Carreón¹ y J. Natividad Gurrola Reyes².

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-Mezquitlan km 11.5 Durango, Dgo. México. Apartado Postal No. 276. Tel. (618) 818-9932. *reyesosvaldo@hotmail.com ²CIIDIR-IPN, Unidad Durango. Calle Sigma, Fraccionamiento 20 de Noviembre II, Durango, Dgo. México.

RESUMEN

Se evaluó la calidad nutritiva, patrones de fermentación ruminal y metabolitos sanguíneos en bovinos en pastoreo. Se emplearon 4 novillos fistulados de rumen (350 ± 3 kg de PV) y 10 becerros (210 ± 10 kg de PV) pertenecientes al hato del área de estudio. Los datos de calidad nutritiva de la dieta se sometieron a un análisis de la varianza para diseños de bloques completos al azar y los datos de fermentación ruminal y metabolitos sanguíneos se sometieron a un ANAVA para un diseño de bloques completos al azar con mediciones repetidas. El menor contenido de proteína cruda (4.9%; $P \leq 0.01$) y la más baja digestibilidad *in vitro* se registró en la época seca (61.1%; $P \leq 0.05$). Las concentraciones de nitrógeno amoniacal en la época de lluvia (11.5 mg/dL) fueron superiores a las observadas en la época seca ($P \leq 0.01$). Las concentraciones de ácido propiónico (13.8 mol/100 mol) registradas en la época seca fueron inferiores a las observadas en la época de lluvia ($P \leq 0.01$). La concentración de glucosa fue mayor en la época de lluvia (71.1 mg/dL; $P \leq 0.01$). El nitrógeno ureico fue más alto en la época de lluvia en comparación a la época seca ($P \leq 0.01$). Las concentraciones de ácidos grasos no esterificados fueron más altas en la época seca (0.134 mmol/dL; $P \leq 0.05$). Se concluye que la calidad nutritiva, patrones de fermentación ruminal y metabolitos sanguíneos en bovinos en pastoreo son afectados por la época del año.

Palabras clave: N-NH₃, AGV's, glucosa, nitrógeno ureico, AGNES, bovinos.

ABSTRACT

Nutritive quality, ruminal fermentation patterns, and blood metabolites, were evaluated in grazing bovines. Four ruminally cannulated steers (350 ± 3 kg of BW) were utilized, as well as 10 calves (210 ± 10 kg of BW) belonging to the herd of the studied area. Data of nutritive quality of the diet were analyzed by analysis of variance for a complete randomized blocks design; and data of ruminal fermentation and blood metabolites were summated to analysis of variance for a complete randomized blocks design with repeated measurements. The minimum crude protein content (4.9%; $P \leq 0.01$) and the lowest *in vitro* digestibility (61.1%; $P \leq 0.05$) were registered in the dry season. The concentrations of ammonia nitrogen (11.5 mg/dL) during the raining season were superior to those observed in the dry season ($P \leq 0.01$). The propionic acid concentrations (13.8 mol/100mol) registered in the dry season were lower to those observed in the raining season ($P \leq 0.01$). The glucose concentration (71.1 mg/dL; $P \leq 0.01$) was higher in the raining season. The urea-nitrogen was higher in the raining season comparing to the dry season ($P \leq 0.01$). The concentrations of non-esterified fatty acids were higher in the dry season (0.134 mmol/dL; $P \leq 0.05$). It is concluded that the nutritive quality, ruminal fermentation patterns, and blood metabolites in grazing bovines were affected by the season of the year.

Key words: NH₃-N, VFA's, glucose, urea-nitrogen, NEFA's, bovines.

INTRODUCCIÓN

La cría de bovinos bajo el sistema extensivo es una actividad económica importante, en el norte de México se desarrolla principalmente en pastizales nativos los cuales son la principal fuente de nutrientes así como la forma más práctica y económica de alimentar a los hatos ganaderos durante todo el año. La calidad y cantidad del forraje depende de las condiciones climáticas, en la región norte de la República Mexicana la época de lluvias se presenta en el verano, periodo en el que por lo general el ganado dispone forraje de buena calidad que le permite cubrir sus requerimientos nutricionales de proteína y energía (Murillo *et al.*, 2013a). El avance de las épocas del año sumado al mal manejo del ganado y por ende el recurso forrajero impactan negativamente el rendimiento productivo de los animales (Herrera *et al.*, 2011). El conocimiento del comportamiento de variables nutricionales de rumiantes en pastoreo permiten establecer programas estratégicos de suplementación alimenticia con bases técnico-científicas. Sin embargo, la información relacionada con la evaluación de variables nutricionales en ganado en pastoreo es limitada (Juárez *et al.*, 2008; Murillo *et al.*, 2013b). En este estudio se asume que la época del año influye en la calidad nutritiva, fermentación ruminal y concentración de metabolitos en sangre de novillos en pastoreo. Por lo anterior, el objetivo del presente es determinar la calidad nutritiva, patrones de fermentación ruminal y metabolitos sanguíneos en ganado bovino en pastoreo en la región central del Estado de Durango, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción y composición botánica del área de estudio. Pastizal mediano arbosufrutescente, localizado entre los 104° 32' longitud oeste y 24° 22' latitud norte, con una altitud de 1938 msnm, clima seco

templado con lluvias en verano (BS₁K), con temperatura media anual de 17.5°C y una precipitación pluvial 450 mm (INEGI, 2003). La composición botánica del área de estudio se estimó por el área mínima de muestreo con puntos anidados (Franco *et al.*, 1985); las especies de pastos dominantes son: zacate rozado (*Melinis repens* Willd), zacate mota (*Chloris virgata*), zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), tres barbas anual (*Aristida adscencionis*) y popotillo plateado (*Andropogon barbinodis*); mientras que las arbustivas fueron: huizache (*Acacia tortuosa*), mezquite (*Prosopis laevigata*), nopales (*Opuntia spp*), gatuño (*Mimosa biuncifera*) además de una gran variedad de hierbas anuales.

Unidades experimentales. Se utilizaron 4 novillos Brangus fistulados del rumen de 350 ± 3 kg de PV y 10 becerros Charolais de 210 ± 10 kg de PV pertenecientes al hato del área de estudio.

Periodos de muestreo. Ocho periodos de muestreo con una duración de 12 días cada uno, realizados durante la época seca (febrero, marzo, abril y mayo) y la época de lluvia (julio, agosto, septiembre y octubre).

Calidad nutritiva. Los días 4 y 5 se tomaron muestras de la dieta mediante la técnica de evacuación ruminal (Cline *et al.*, 2009). A las muestras se les determinó materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) (AOAC, 1999); fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina (L) (Van Soest *et al.*, 1991); digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Huntington y Burns, 2007).

Fermentación ruminal. Los días 11 y 12 de cada periodo y antes del inicio del pastoreo (7:30 h) se tomaron 30 ml de líquido ruminal al que de inmediato se le midió el pH y se separaron submuestras de 10 ml para la

posterior determinación de ácidos grasos volátiles (AGV) y de nitrógeno amoniacal (N-NH₃) (Abdelhadi y Santini, 2006). Concluido lo anterior, los animales salieron a apacentar y se repitió el procedimiento antes descrito a las 4, 8 y 12 h después de iniciado el procedimiento.

Metabolitos sanguíneos. El día 12, se tomaron muestras de sangre (12 ml) de los 10 becerros Charolais por punción de la vena yugular utilizando tubos vacutainer sin anticoagulante, las muestras se centrifugaron a 1700 rpm durante 20 minutos para la obtención de suero, y se mantuvieron en congelación a -20°C hasta su análisis (Obeidat *et al.*, 2002). Las concentraciones de glucosa, nitrógeno ureico y ácidos grasos no esterificados (AGNES) en suero fueron determinadas con paquetes comerciales (RANDOX).

Análisis estadístico. Los datos de calidad nutritiva de la dieta se sometieron a un ANAVA para diseños de bloques completos al azar; en donde las épocas del año se

consideraron como tratamientos y los meses dentro de épocas como bloques. Los patrones de fermentación ruminal y metabolitos sanguíneos se sometieron a un ANAVA para un diseño de bloques completos al azar con mediciones repetidas en el que se incluyeron los efectos de época, animal, tiempo del día y sus respectivas interacciones (Litell *et al.*, 1996). En el análisis de datos se utilizaron los procedimientos, GLM, MIXED y NLIN de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad nutritiva. El contenido de proteína cruda de la dieta seleccionada fue mayor en la época de lluvias en comparación con la época seca ($P \leq 0.01$) (cuadro 1); mientras que los contenidos de FDN, FDA y L fueron más altos en la época seca ($P \leq 0.01$). Los porcentajes de DIVMS fueron superiores en la época de lluvia ($P \leq 0.05$). Las variaciones observadas entre épocas en la calidad nutritiva de la dieta seleccionada por los novillos pueden ser atribuidas a la fase fenológica de los pastizales en la región (Johnson *et al.*, 1998; Olson *et al.*, 2002).

Cuadro 1. Calidad nutritiva de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo

| | Época | | EE± | Sig |
|-----------|-------|--------|------|-----|
| | Seca | Lluvia | | |
| MO (%) | 91.0 | 89.3 | 1.1 | NS |
| PC (%) | 4.9 | 10.4 | 0.53 | ** |
| FDN (%) | 74.9 | 64.3 | 0.96 | ** |
| FDA (%) | 56.3 | 46.7 | 0.86 | ** |
| L (%) | 7.1 | 4.7 | 0.88 | ** |
| DIVMS (%) | 61.1 | 68.9 | 1.06 | * |

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

Patrones de fermentación ruminal. No se observaron interacciones entre época del año y tiempo del día en los patrones de fermentación ruminal ($P \geq 0.05$), se presentan los promedios a través del tiempo (cuadro 2). El valor más alto de pH de líquido ruminal se registró en la época seca ($P \leq 0.05$), los valores observados en el presente estudio se encuentran dentro del rango aceptable para la

óptima actividad microbiana ruminal (Relling y Matioli, 2003). Las concentraciones de N-NH₃ en la época de lluvia fueron superiores a las registradas en la época seca ($P \leq 0.01$). Estas diferencias pueden ser originadas por las concentraciones de proteína de la dieta seleccionada entre épocas del año (Van Soest, 1994).

Las concentraciones de ácido acético y butírico observadas en la época seca, fueron superiores a las registradas en la época de lluvias ($P \leq 0.01$); la concentración de ácido

propiónico fue mayor en la época de lluvia ($P \leq 0.01$). Las diferencias observadas pueden ser atribuidas a las diferencias en la dietas entre épocas (Nava y Díaz, 2001).

Cuadro 2. Parámetros de fermentación ruminal de la dieta seleccionada por novillos en pastoreo

| | Época | | EE± | Sig |
|---------------------------|-------------|--------|------|-----|
| | Seca | Lluvia | | |
| pH | 6.6 | 6.3 | 0.95 | * |
| N-NH ₃ (mg/dL) | 4.7 | 11.5 | 1.27 | ** |
| AGV totales, (mmol) | 68.3 | 71.4 | 1.16 | * |
| | mol/100 mol | | | |
| Acético | 64.4 | 63.8 | 0.98 | ** |
| Propiónico | 13.8 | 16.6 | 0.73 | ** |
| Butírico | 7.1 | 4.8 | 1.10 | ** |
| A:P | 4.8 | 3.8 | 1.32 | NS |
| AGV menores [†] | 12.3 | 15.7 | 0.43 | ** |

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

[†]Isobutírico, isovalérico y valérico

Metabolitos sanguíneos. Las concentraciones de glucosa fueron mayores en la época de lluvia ($P \leq 0.01$; Cuadro 3), los resultados observados en las dos épocas del año se mantuvieron en las concentraciones normales (45 a 75 mg/dL) para bovinos de carne (Kaneko *et al.*, 1997). Concentraciones similares de glucosa a las observadas en el presente estudio durante la época de lluvia fueron reportadas por Hersom *et al.* (2004). La concentración nitrógeno ureico fue más alta en la época de lluvia ($P \leq 0.01$). Concentraciones similares de nitrógeno ureico son reportadas por Romero *et al.* (2007). Sowell *et al.* (2003) señalan que

concentraciones de nitrógeno ureico en sangre inferiores a 7 mg/dL indican deficiencias de proteína como consecuencia de un bajo consumo de proteína degradable en rumen (PDR). Las concentraciones de AGNES fueron superiores en la época seca ($P \leq 0.05$). Generalmente, las concentraciones hemáticas de AGNES se incrementan con el avance de la madurez del forraje y sirven como una fuente alternativa de energía para bovinos en pastoreo cuando presentan balances energéticos negativos o cuando se encuentran en condiciones de stress calórico (Abeni *et al.*, 2004).

Cuadro 3. Concentraciones de metabolitos sanguíneos en bovinos en pastoreo

| | Época | | EE± | Sig |
|------------------|-------|--------|-------|-----|
| | Seca | Lluvia | | |
| Glucosa (mg/dL) | 49.1 | 71.1 | 1.81 | ** |
| N-ureico (mg/dL) | 6.1 | 9.3 | 0.11 | ** |
| AGNES (mmol/L) | 0.134 | 0.129 | 0.098 | * |

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

CONCLUSIONES

Los resultados indican que durante la época seca el ganado se encuentra bajo un estado de

tensión nutricional ya que los aportes de PC de la dieta, N-NH₃ ruminal y nitrógeno ureico en sangre son bajos. La alta concentración hemática durante la época seca

de AGNES indica la utilización de grasa corporal como fuente alterna de energía en el ganado lo que refleja un balance energético negativo y pérdida de la condición corporal del ganado, lo que a su vez propicia bajos índices productivos y reproductivos de los hatos ganaderos.

LITERATURA CITADA

- Abdelhadi, L. O., and F. J. Santini. 2006. Corn silage *versus* grain sorghum silage as a supplement to growing steers grazing high quality pastures: Effects on performance and ruminal fermentation. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 127:33-43.
- Abeni, F., G. Bergoglio, G. Masoero, G. M. Terzano, and S. Allegrini. 2004. Plasma hormones and metabolites in Piedmontese cows during late pregnancy; Relationships with calf birth weight. *J. Anim. Sci.* 82:438-444.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1999. *Official Methods of Analysis* (16th Ed.) Ass. Off. Anal. Chem. 13^a Ed. Washington, D. C. USA.
- Cline, H. J., B. W. Neville, G. P. Lardy, and J. S. Caton. 2009. Influence of advancing season on dietary composition, intake, site of digestion, and microbial efficiency in beef steers grazing a native range in western North Dakota. *J. Anim. Sci.* 87:375-383.
- Franco, L. J., G. De la Cruz, A. Cruz, A. Rocha, N. Navarrete, G. Flores, E. Kato, S. Sánchez, G. Abarca, C. Bedia, y L. Winfield. 1985. *Manual de Ecología*. Editorial Trillas. México.
- Herrera CJ, Herrera AY, Carrete CFO, Almaraz AN, Naranjo JN, González GF 2011. Cambio en la población de gramíneas en un pastizal abierto bajo sistema de pastoreo continuo en el norte de México. *Interciencia* 36(4): 300-305.
- Hersom, M. J., R. P. Wettemann, C. R. Krehbiel, G. W. Horn, and D. H. Keisler. 2004. Effect of live gain of steers during winter grazing:III. Blood metabolites and hormones during feedlot finishing. *J. Anim. Sci.* 82:2059-2068.
- Huntington, G. B. and J. C. Burns. 2007. Afternoon harvest increases readily fermentable carbohydrate concentration and voluntary intake of gamagrass and switchgrass baleage by beef steers. *J. Anim. Sci.* 85:276-284.
- INEGI, 2003. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Anuario Estadístico del Estado de Durango. México.
- Johnson, J. A., J. S. Caton, W. Poland, D. R. Kirby, and D. V. Dhuyvetter. 1998. Influence of season on dietary composition, intake, and digestion by beef steers grazing mixed-grass prairie in the northern Great Plains. *J. Anim. Sci.* 76:1682-1690.
- Juárez, R. A. S., Nevarez G, Cerrillo M.A., Murillo M., Luginbuhl J.M., Bernal H., and Ramírez R.G. 2008. Dietary Chemicals composition plasma metabolites and hormones in range goats. *J. Appl. Anim. Res.* 34:81-86.
- Kaneko, J. J., W. Harvey and L. Bruss. 1997. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th Ed. Academic Press. San Diego, California. USA.
- Litell, R. C., G. A. Miliken, G., W. W. Stroup, and R. D. Wolfinger. 1996. *SAS system for mixed models*, Cary NC: SAS Institute Inc.
- Murillo OM, Reyes EO, Herrera TE, Martínez GJH, Villareal RG. 2013a. Annual and seasonal variation in nutritive quality and ruminal fermentation patterns of diets in steers grazing native

- rangelands. *African Journal of Agricultural Research* 8(33): 4408-4413.
- Murillo, O.M., Reyes E.O., Herrera T.E., Villarreal R.G. 2013b. Composición química y fermentación ruminal de la dieta por bovinos en pastoreo en un pastizal nativo del oriente de Durango. *Abanico Veterinario*. 3(2): 12-21.
- Nava, C. C., y A. Díaz. 2001. Introducción a la Digestión Ruminal. Departamento de Nutrición Animal. Disponible en <http://www.fmvez.unam.mx>. Última fecha de consulta 15 de diciembre de 2007.
- Obeidat, B. S., M. G. Thomas, D. M. Hallford, D. H. Keisler, M. K. Petersen, W. D. Bryant, M. D. Garcia, L. Narro, and R. Lopez. 2002. Metabolic characteristics of multiparous Angus and Brahman cows grazing in the Chihuahua desert. *J. Anim. Sci.* 80:2223-2233.
- Olson, K. C. 1991. Diet sample collection by esophageal fistula and rumen evacuation techniques. *J. Range Manage.* 44:515-519.
- Relling, A. E. and G. A. Mattioli. 2003. Fisiología Digestiva y Metabólica de los Rumiantes. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional de La Plata. 72 p.
- SAS, 2003. SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- Sowell, B. F., J. G. P. Bowman, E. E. Grings, and M. D. MacNeil. 2003. Liquid supplement and forage intake by range beef cows. *J. Anim. Sci.* 81:294-303.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2a edition. Cornell Univ. Press Ithaca, New York, USA: Academic Press.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch
- polisacarides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.

NUTRICIÓN MINERAL DEL GANADO BOVINO EN PASTOREO EN EL ESTADO DE ZACATECAS: I. MACROMINERALES

MINERAL NUTRITION OF CATTLE INGRAZING IN THE STATE OF ZACATECAS: I. MACROMINERALS

Miguel Márquez Madrid^{1*}, Héctor Gutiérrez Bañuelos², Ricardo David Valdez Cepeda¹, Rómulo Bañuelos Valenzuela², Fidel Blanco Macías¹, Raúl Rene Ruiz Garduño¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro-Norte. km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, Morelos, Zacatecas, CP 98100, México; Tel: +52 (492) 9246284, Ext. 117; ²Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Panamericana Zacatecas Fresnillo Km 31.5, Calera de Victor Rosales, Zac. C.P. 98500 México. *mamami66@hotmail.com

RESUMEN

Los macrominerales son nutrimentos fundamentales para que el ganado obtenga su mayor producción. El objetivo de la investigación fue determinar la concentración de macrominerales en el forraje y las insuficiencias en la nutrición de bovinos productores de carne en condiciones de pastoreo extensivo. En tres unidades de producción pecuaria del estado de Zacatecas, con un clima semiseco y lluvias en verano, se tomaron muestras del forraje al final de la estación de lluvias, y se determinó el contenido de fósforo, calcio, potasio, magnesio y sodio. La concentración media de los cinco macrominerales en los forrajes del pastizal fue insuficiente a los requerimientos necesarios de una vaca en lactación temprana, únicamente en el fósforo y el potasio fue suficiente para satisfacer las necesidades de una vaca en gestación. Se sugiere formular mezclas minerales con los elementos deficientes para remediar las carencias del forraje en el área de estudio.

Palabras Clave: Insuficiencia mineral, pastizal, requerimiento.

INTRODUCCIÓN

Los macrominerales son componentes estructurales importantes del hueso y otros tejidos. Ellos sirven como constituyentes importantes de fluidos del cuerpo y realizan una función vital en el mantenimiento del balance ácido-base, la presión osmótica y la transmisión nerviosa. Los macrominerales están presentes en los tejidos del cuerpo en concentraciones pequeñas y, frecuentemente, sirven como componentes de metaloenzimas y cofactores enzimáticos, o como componentes de hormonas del sistema endocrino. En este grupo se incluyen el fósforo, calcio, potasio, magnesio, sodio, cloro y azufre (NRC, 2001).

En México se ha generado poca información sobre nutrición mineral; además, la práctica de suplementar minerales es escasa o nula; por lo tanto, es posible que se presenten desequilibrios nutricionales asociados con los

minerales (Morales *et al.*, 2007). En las regiones semiáridas del norte de México, Armienta *et al.* (1997) reportaron deficiencias de P y Ca en los pastizales de Nuevo León, México; Murillo *et al.* (2011 y 2012) detectaron insuficiencias de P en un pastizal de Durango, México; Gartenberger *et al.* (1989) determinaron que el fósforo, sodio y el magnesio pueden ser deficientes en los pastizales del norte de Zacatecas.

En el estado de Zacatecas, los bovinos productores de carne en condiciones de pastoreo extensivo se desarrollan en el 71.5% del territorio estatal (COTECOCA-SARH, 1980). Los pastos son la fuente natural de minerales para el ganado en pastoreo, la cual no siempre satisface los requerimientos (McDowell y Arthinton, 2005). En el estado de Zacatecas los ganaderos ofrecen sales minerales solo en el 50.3% de las unidades de producción de bovinos; algunos realizan

dicha práctica una sola vez al año (INEGI, 2009). La costumbre generalizada de los ganaderos es la suplementación eventual de sal común, que aporta únicamente cloro y sodio.

En ese sentido, la información sobre el contenido de minerales en la dieta de los bovinospastoreando en el pastizal en el estado de Zacatecas es escasa, situación que limitará la formulación de estrategias de suplementación mineral. Por lo anterior, el objetivo de éste estudio fue determinar la concentración de macrominerales en el forraje del pastizal y la insuficiencia en la nutrición de bovinos productores de carne en condiciones de pastoreo extensivo, en el estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características agroecológicas del área de estudio

El estudio se realizó en tres unidades de producción (UP) de ganado bovino productor de carne en condiciones de pastoreo extensivo en el estado de Zacatecas, México. La UP 1 se localiza entre las coordenadas 23°40'-23°39' N y 103°28'-103°27' O, a 2,250 msnm. La UP 2 se localiza entre las coordenadas 23°18'-23°17' N y 102°46'-102°47' O, a 2,110 msnm. La UP 3 se localiza entre las coordenadas 23°29'-23°27' N y 103°42'-103°41' O, a 2,240 msnm. En las tres UP, el clima es semiseco (BS₁kw), con lluvias en verano, precipitación pluvial media anual de 400-500 mm y temperatura media anual de 16 a 18°C (COTECOCA-SARH, 1980; SPP, 1981). La fisiografía es irregular con pequeñas planicies, lomeríos bajos y colinas. Los suelos son calizos de origen *in-situ*, de profundidad somera y textura franco-arenosa.

La vegetación en el área de pastoreo de las UP 1 y 3 es pastizal mediano abierto,

mientras que en la UP 2 es pastizal mediano abierto asociado a nopaleras y matorral microfilo. La capacidad de carga en las UP 1 y 3 es de 10 ha UA⁻¹ año⁻¹ y en la UP 2 de 13 ha UA⁻¹ año⁻¹ (COTECOCA-SARH, 1980). Las especies forrajeras más importantes por su cobertura son Zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis*), zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), zacate lobero (*Lycurus phleoides*), zacate tres barbas (*Aristida arizonica* y *Aristida divaricata*), zacate matorralero (*Muhlenbergia porteri*) y zacate hoz (*Microchloa kunthii*).

Procedimiento de muestreo y determinaciones analíticas

El muestreo se realizó al final de la estación de lluvias, en octubre de 2013. En cada UP se obtuvieron cuatro muestras de forraje del pastizal mediante el método de simulación de pastoreo "Hand plucking" (Wayne, 1964). Las muestras se secaron a 60°C durante 48 horas, luego se molieron en un molino Wiley con criba de 1 mm. De cada muestra molida se tomaron 2 g de materia seca para someter a combustión la materia orgánica en una mufla, a una temperatura de 600°C durante 8 horas. Las cenizas resultantes fueron digeridas con ácido clorhídrico y ácido nítrico. La cuantificación de la concentración de calcio (Ca), potasio (K), magnesio (Mg) y sodio (Na), se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian, modelo: AA240FS), usando la metodología de Ficket *al.* (1979). La concentración de fósforo (P) se determinó con el método colorimétrico (Ficket *al.*, 1979), con un espectrofotómetro UV/VIS modelo Lambda 2 (Perkin Elmer).

Con base en el contenido mineral de las muestras de forraje analizado de las tres UP, se determinó el contenido medio de los minerales en los forrajes. El contenido medio se utilizó para determinar el consumo mineral del ganado por día, con base en un consumo de forraje de 11.4 kg de materia seca por día.

El valor del consumo mineral del ganado por día se comparó con los requerimientos que recomienda para vacas en lactación temprana y para vacas en gestación el 'National Research Council' (2000), el resultado de la comparación indicó las suficiencias e insuficiencia de los minerales en la nutrición de los bovinos carne en pastoreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración media de macrominerales en el forraje del pastizal, el consumo, insuficiencia y requerimientos de minerales sugeridos por el NRC (2000) para vacas en lactación temprana y en gestación se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Concentración media de macrominerales en el forraje del pastizal, consumo, insuficiencias y requerimiento de minerales para vacas en lactación temprana y vacas gestantes

| Mineral | Requerimientos | | | | Concentración ⁵ en forraje | Consumo g/d | Faltante ⁶ | |
|----------|------------------------|------------------|------------------------|------------------|--|----------------|-----------------------|------|
| | Vaca en lactación (VL) | | Vaca en gestación (VG) | | | | VL | VG |
| | % ¹ | g/d ² | % ³ | g/d ⁴ | g/kg | g/d | g/d | g/d |
| Fósforo | 0.20 | 23.0 | 0.16 | 18.0 | 1.67 | 19.03 | 3.97 | 0.00 |
| Calcio | 0.29 | 33.0 | 0.25 | 29.0 | 2.07 | 23.59 | 9.41 | 5.41 |
| Magnesio | 0.20 | 22.8 | 0.12 | 13.7 | 0.83 | 9.46 | 13.34 | 4.24 |
| Potasio | 0.70 | 79.8 | 0.60 | 68.4 | 6.70 | 76.38 | 3.42 | 0.00 |
| Sodio | 0.10 | 11.4 | 0.08 | 9.1 | 0.43 | 4.90 | 6.50 | 4.20 |
| Ca:P | | 2:1 | | 1:1 | 1.2:1 | 1.2:1 | | |

^{1,3}Nivel mínimo en % para cubrir los requerimientos de una vaca en lactación temprana y en gestación, respectivamente (NRC, 2000); ^{2,4} Nivel mínimo en gramos por día para cubrir los requerimientos de una vaca en lactación temprana y en gestación, respectivamente, para una vaca de 530 kg de peso vivo y con un consumo de 11.4 kg de materia seca por día; ⁵Los valores representan un promedio del análisis de 12 muestras de forraje de tres unidades de producción; ⁶Insuficiencia en gramos por día para vacas en lactación y vacas en gestación.

La concentración media de los cinco macrominerales (P, Ca, Mg, Na y K) en los forrajes del pastizal no aportó los requerimientos necesarios de una vaca en lactación temprana, únicamente en el fósforo y el potasio fue suficiente para satisfacer las necesidades de una vaca en gestación (Cuadro 1).

La concentración media de calcio en los forrajes fue insuficiente en 28.6% y 18.8% de los requerimientos necesarios para vacas lactantes y gestantes, respectivamente (Figura 1). El magnesio fue el mineral más deficiente, aportó 41.7% de los requerimientos necesarios para vacas en lactación temprana y 69.3% para vacas gestantes. En vacas

lactante, la carencia de este mineral pudo inducir al desencadenamiento de la tetania hipomagnésica en los bovinos (Grunesetal., 1970).

El potasio fue el mineral menos escaso en los forrajes, su concentración media equivale al 95.3 y 100% de los requerimientos necesarios para vacas lactantes y gestantes, respectivamente. De forma similar, el fósforo en el forraje fue suficiente para vacas gestante e insuficiente (17.4%) para vacas lactantes (Figura 1). El sodio fue otro mineral con insuficiencia grande en los forrajes, sin embargo, sus carencias se satisfacen fácilmente, ofreciendo sal común.

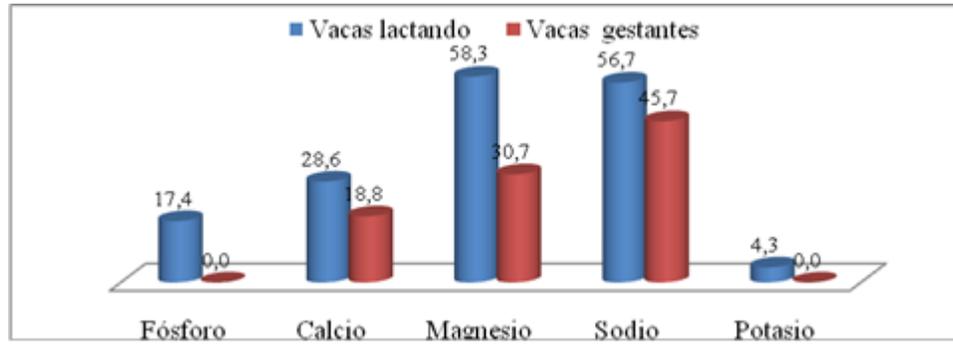


Figura 1. Insuficiencia (%) de macrominerales en el forraje del pastizal, con respecto a los requerimientos del NRC (2000)

La relación Ca:Pencontrada en el consumo de forrajes (1.2:1), fue adecuada para vacas en gestación, pero inadecuada para vacas en lactación temprana (McDowell y Arthington, 2005).

CONCLUSIONES

La concentración media de P, Ca, Mg, Na y K en los forrajes del pastizal fue menor a los requerimientos de una vaca en lactación temprana. El contenido de fósforo y potasio en el forraje fue suficiente para satisfacer las necesidades de una vaca en gestación. La relación Ca:P en el forraje fue adecuada para vacas en gestación e inadecuada para vacas en lactación temprana.

Con base en los resultados se sugiere elaborar mezclas con las cantidades y proporciones apropiadas de los minerales insuficientes, para ofrecerlas al ganado en pastoreo en las unidades de producción donde se realizó el estudio y áreas similares.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación en Recursos Naturales y Medio Ambiente de la UACH que financió parcialmente el presente trabajo, mediante el proyecto, registrado con el número 157302004.

LITERATURA CONSULTADA

Armienta, G., J. Kawas, O. Torres, E. Olivares, y R. Ramírez. 1997. Macromineral status of beef cattle

grazing semiarid rangelands of North Mexico. En: XVIII International Grassland Congress. Winnipeg, Manitoba and Saskatoon, Saskatchewan, Canada. pp. 27-28.

COTECOCA-SARH (Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero-Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1980. Memoria de los Coeficientes de Agostadero del estado de Zacatecas y Aguascalientes. México.

Fick K, McDowell L, Miles P, Wilkinson N, Funk J, Conrad J. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. 2da ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 358 p.

Gartenberg P.K., Rodríguez M. D., McDowell L.R., Wilkinson N.S. y Martin F.G. 1989. Evaluation of the mineral status of cattle in northeast Mexico. I. Macroelements and crude protein. Nutritionreportsinternational, Vol. 40 (2).

Grunes, D. L., P. R. Stout and J. R. Brownell. 1970. Grass tetany of ruminants. Adv. Agron. 22:331-375.

INEGI. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal Aguascalientes, Ags., México.

- Morales, A. E., I. Domínguez, M. González, G. Jaramillo, O. Castelán, N. Pescador, and M. Huerta. 2007. Diagnóstico mineral en forraje y suero sanguíneo de bovinos lecheros en dos épocas en el valle central de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 45: 329-344.
- McDowell LR, Arthington JD. 2005. *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. 4^a ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 94 p.
- Murillo, O. M., E. H. Torres, O. R. Estrada, J. G. Reyes, and Rincon, F. R. 2011. Spatio-Temporal Variations in Nutritive Quality and Mineral Contents of Diets by Grazing Steers in Native Range. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 10:674-678.
- Murillo, M., E. Herrera, F. O. Carrete, O. Ruiz, and J. S. Serrato. 2012. Chemical Composition, In vitro Gas Production, Ruminal Fermentation and Degradation Patterns of Diets by Grazing Steers in Native Range of North Mexico. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 25:1395-1403.
- NRC. (National Research Council). 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C., USA. 248p.
- NRC (National Research Council). 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Seventh revision edition. The National Academies Press. Washington, D. C. USA. 381 p.
- SPP. (Secretaria de Programación y Presupuesto). 1981. *Síntesis Geográfica de Zacatecas*. México, D. F.
- Wayne CC. 1964. Collection forages samples representative of ingested material of grazing animals for nutritional studies. *Journal of Animal Science*,(23):265-270.

NUTRICIÓN MINERAL DEL GANADO BOVINO EN PASTOREO EN EL ESTADO DE ZACATECAS: II. MICROMINERALES

MINERAL NUTRITION OF CATTLE IN GRAZING IN THE STATE OF ZACATECAS: II. MICROMINERALS

Miguel Márquez Madrid^{1*}, Héctor Gutiérrez Bañuelos², Ricardo David Valdez Cepeda¹, Rómulo Bañuelos Valenzuela², Fidel Blanco Macías¹, Raúl Rene Ruiz Garduño¹

¹Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro-Norte. Carretera Zacatecas-Fresnillo, km 24.5, Morelos, Zacatecas, CP 98100, México; Tel:+52 (492) 9246284, Ext. 117; ²Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo, Km 31.5, Calera de Victor Rosales, Zac. C.P. 98500 México. *mamami66@hotmail.com

RESUMEN

Los microminerales son nutrimentos esenciales para la producción, reproducción y salud de los bovinos. El objetivo de la investigación fue determinar la concentración de microminerales en el forraje y las insuficiencias en la nutrición de bovinos productores de carne en condiciones de pastoreo extensivo. En tres unidades de producción pecuaria del estado de Zacatecas, con un clima semiseco y lluvias en verano, se tomaron muestras del forraje al final de la estación de lluvias, y se determinó el contenido de cobre, zinc, manganeso y hierro. La concentración media del cobre y el zinc en los forrajes del pastizal no aportó la cantidad mínima necesaria para vacas productoras de carne en lactación o gestación. Las concentraciones de manganeso fueron suficientes y las de hierro fueron mayores al requerimiento del ganado. Se sugiere formular mezclas minerales con los dos elementos deficientes para remediar las carencias del forraje en el área de estudio.

Palabras Clave: cobre, zinc, manganeso, hierro, pastizal.

INTRODUCCIÓN

Los microminerales son nutrimentos importantes porque mejoran el crecimiento (Gressley, 2009; Hesariet *et al.*, 2012) y la producción del ganado bovino (Siciliano-Jones *et al.*, 2008; Spear y Weiss, 2008). Son esenciales para la reproducción de ganado (Chester-Jones *et al.*, 2013). En sus resultados de investigación, Rabiee *et al.* (2010) reportaron altas tasas de concepción con microminerales orgánicos en ganado bovino. Los microminerales son esenciales para la salud y la inmunidad, Andrieu (2008) indicó que son importantes para el funcionamiento de varios componentes del sistema inmune. Los microminerales se requieren en cantidades pequeñas, comúnmente menos de 100 mg kg⁻¹ de materia seca. En este grupo se incluye el cobre, zinc, hierro, manganeso, selenio, cobalto y molibdeno (NRC, 2000).

Los pastos son la fuente natural de minerales para el ganado en pastoreo, la cual no siempre satisface los requerimientos (McDowell y Arthinton, 2005). La ganadería bovina, en condiciones de pastoreo extensivo es el medio más importante para utilizar los recursos naturales en el estado de Zacatecas, ésta actividad se desarrolla en el 71.5 % del territorio (COTECOCA-SARH, 1980).

Los resultados de la escasa investigación que se ha realizado en el forraje de los pastizales en el estado de Zacatecas, reportan al cobre, zinc y manganeso con probabilidades de ser deficientes, al selenio lo consideran tóxico y las concentraciones de molibdeno ligeramente elevada (Gartenberg *et al.*, 1990). Además, en el estado de Zacatecas los ganaderos ofrecen sales minerales solo en el 50.3% de las unidades de producción de bovinos; algunos realizan dicha práctica una sola vez al año (INEGI, 2009). La costumbre

generalizada de los ganaderos es la suplementación eventual de sal común, que aporta únicamente cloro y sodio.

En ese sentido, la información sobre el contenido de minerales en la dieta de los bovinos pastoreando en el pastizal en el estado de Zacatecas es escasa, situación que limitar la formulación de estrategias de suplementación mineral. Por lo anterior, el objetivo de éste estudio fue determinar la concentración de microminerales en el forraje del pastizal y la insuficiencia en la nutrición de bovinos productores de carne en condiciones de pastoreo extensivo, en el estado de Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características agroecológicas del área de estudio

El estudio se realizó en tres unidades de producción (UP) de ganado bovino productor de carne que se desarrollan en condiciones de pastoreo extensivo en el estado de Zacatecas, México. La UP 1 se localiza entre las coordenadas 23°40'-23°39' N y 103°28'-103°27' O, a 2,250 msnm. La UP 2 se localiza entre las coordenadas 23°18'-23°17' N y 102°46'-102°47' O, a 2,110 msnm. La UP 3 se localiza entre las coordenadas 23°29'-23°27' N y 103°42'-103°41' O, a 2,240 msnm. En las tres UP, el clima es semiseco (BS₁kw), con lluvias en verano, la precipitación pluvial media anual oscila de 400-500 mm y la temperatura media anual de 16 a 18°C (COTECOCA-SARH, 1980; SPP, 1981). La fisiografía es irregular con pequeñas planicies, lomeríos bajos y colinas. Los suelos son calizos de origen *in-situ*, de profundidad somera y textura franco-arenosa.

La vegetación en el área de pastoreo de las UP 1 y 3 es pastizal mediano abierto, mientras que en la UP 2 es pastizal mediano abierto asociado a nopaleras y matorral microfilo. La capacidad de carga animal en las UP 1 y 3 es de 10 ha UA⁻¹ año⁻¹ y en la

UP 2, de 13 ha UA⁻¹ año⁻¹ (COTECOCA-SARH, 1980). Las especies forrajeras más importantes por su cobertura son zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis*), zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*), zacate lobero (*Lycurus phleoides*), zacate tres barbas (*Aristida arizonica* y *Aristida divaricata*), zacate matorralero (*Muhlenbergia porteri*) y zacate hoz (*Microchloa kunthii*).

Procedimiento de muestreo y determinaciones analíticas

El muestreo se realizó al final de la estación de lluvias, en octubre de 2013. En cada UP se obtuvieron cuatro muestras de forraje del pastizal mediante el método de simulación de pastoreo "Hand plucking" (Wayne, 1964), arrancando con la mano aquellas plantas o parte de las plantas que el ganado consume. Las muestras se secaron a 60°C durante 48 horas, luego se molieron en un molino Wiley con criba de 1 mm. De cada muestra molida se tomaron 2 g de materia seca para someter a combustión la materia orgánica en una mufla, a una temperatura de 600°C durante 8 horas. Las cenizas resultantes fueron digeridas con ácido clorhídrico y ácido nítrico. La cuantificación de la concentración de cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn), se realizó en un espectrofotómetro de absorción atómica (Varian, modelo: AA240FS), usando la metodología de Fickett *al.* (1979).

Con base en el contenido mineral de las muestras de forraje analizado de las tres UP, se determinó el contenido medio de los minerales en los forrajes. El contenido medio se utilizó para determinar el consumo mineral del ganado por día, con base en un consumo de forraje de 11.4 kg de materia seca por día. El valor del consumo mineral del ganado por día se comparó con los requerimientos que recomienda para vacas en lactación temprana y para vacas en gestación el 'National Research Council' (2000), el

resultado de la comparación indicó las suficiencias e insuficiencia de los minerales en la nutrición de los bovinos carne en pastoreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 1. Concentración media de microminerales en el forraje del pastizal, consumo, insuficiencia y requerimientos de minerales para vacas en lactación temprana y vacas gestantes

| Mineral | Requerimientos | | Concentración ³ en forraje mg/kg | Consumo mg/d | Faltante ⁴ g/d |
|-----------|------------------|-------------------|--|-----------------|------------------------------|
| | ppm ¹ | mg/d ² | | | |
| Cobre | 10.0 | 114.0 | 6.67 | 76.04 | 34.0 |
| Hierro | 50.0 | 570.0 | 105.08 | 1197.91 | 0.0 |
| Manganeso | 40.0 | 456.0 | 52.92 | 603.28 | 0.0 |
| Zinc | 30.0 | 342.0 | 16.67 | 190.03 | 152.0 |

¹ Nivel mínimo en ppm para cubrir los requerimientos de una vaca en lactación o en gestación (NRC, 2000); ² Nivel mínimo en mg por día para cubrir los requerimientos de una vaca en lactación temprana o en gestación, con un consumo de 11.4 kg de materia seca por día; ³ Los valores representan un promedio del análisis de 12 muestras de forraje de tres unidades de producción; ⁴ Insuficiencia en gramos por día para vacas en lactación o en gestación. Nota: Los requerimientos de vacas en lactación y en gestación son iguales (NRC, 2000).

La concentración media del cobre en los forrajes no aportó la cantidad mínima (10.0 mg kg⁻¹ de MS) necesaria para vacas productoras de carne en lactación o en gestación (NRC, 2000). La carencia de este mineral fue de 33.3% (Figura 1), misma que puede agravarse, debido a que el hierro es un antagonista, el cual se encontró en concentraciones 110.2% mayor al requerimiento. En Nueva Zelanda, Campbell *et al.* (1974), relacionaron la reducción en el rendimiento de vacas lecheras con la deficiencia de Cu, como resultado del consumo de forrajes con concentraciones grandes de hierro.

De forma similar, la concentración media de zinc en los forrajes no aportó la cantidad mínima (30.0 mg kg⁻¹ de MS) necesaria para vacas productoras de carne en lactación o en gestación (NRC, 2000). La insuficiencia de este mineral fue de 44.4% (Figura 1), la cual puede empeorar, porque el hierro antagoniza

La concentración media de microminerales en el forraje del pastizal de tres UP, el consumo y la insuficiencia de minerales, con base en los requerimientos sugeridos por el NRC (2000) para vacas en lactación o gestantes se presentan en el Cuadro 1.

con el zinc, y el hierro se encontró en concentraciones 1.1 veces mayor al requerimiento. El zinc es importante en los procesos bioquímicos implicados en el metabolismo del ácido nucleico y la división celular, y ha sido reconocido como un nutrimento importante para la espermatogénesis y la fertilidad masculina en animales de granja. Además, recientemente, el zinc ha recibido cierta atención en el ámbito inmunológico (Arthington, 2006).

La concentración media de hierro en los forrajes aportó satisfactoriamente los requerimientos sugeridos por el NRC (2000) de 50.0 mg kg⁻¹ de MS para vacas productoras de carne en lactación o en gestación; inclusive, la concentración fue 110.2% más al requerimiento. El exceso de hierro pudo afectar la nutrición mineral, debido a que este elemento es antagonista del Zn y Cu, mismos que fueron deficientes en el forraje.

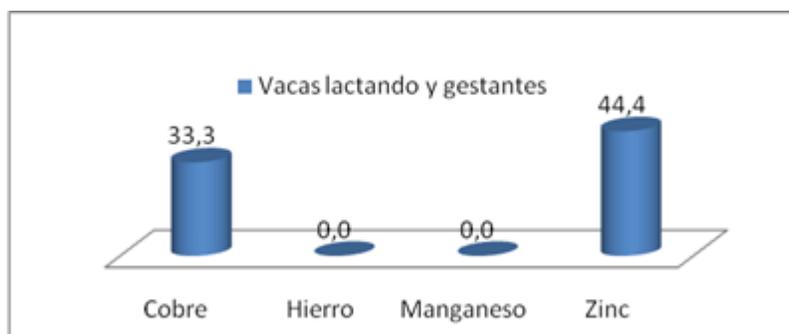


Figura 1. Insuficiencia (%) de microminerales en el forraje del pastizal de tres ranchos de producción de bovinos carne en el estado de Zacatecas, con respecto a los requerimientos del NRC (2000)

La concentración media de manganeso en los forrajes aportó satisfactoriamente los requerimientos sugeridos por el NRC (2000) de 40.0 mg kg⁻¹ de MS para vacas productoras de carne en lactación o en gestación.

CONCLUSIONES

Existió desbalance mineral en los forrajes del pastizal, con carencias de cobre y zinc, exceso de hierro y suficiencia de manganeso. Con base en los resultados se sugiere elaborar suplementos con las cantidades y proporciones adecuadas de los minerales deficientes para ofrecerlos al ganado en pastoreo en esas UP.

Agradecimientos

Al Centro de Investigación en Recursos Naturales y Medio Ambiente de la UACH que financió parcialmente el presente trabajo, mediante el proyecto, registrado con clave:157302004.

LITERATURA CONSULTADA

Andrieu, S. 2008. Is there a role for organic trace elements supplements in transition cow health?. *The Veterinary Journal*. 1: 77-83.

Arthington, J. 2006. Trace mineral nutrition and immunocompetence in cattle. In *Proceeding of 17th Annual Florida*

Ruminant Nutrition Symposium.
Gainesville, Florida (Vol. 76).

Campbell, A. G., Coup, M. R., Bishop, W. H., & Wright, D. E. 1974. Effect of elevated iron intake on the copper status of grazing cattle. *New Zealand journal of agricultural research*. 4: 393-399.

COTECOCA-SARH (Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). 1980. Memoria de los Coeficientes de Agostadero del estado de Zacatecas y Aguascalientes, México.

Chester-Jones, H., Vermeire, D., Brommelsiek, W., Brokken, K., Marx, G., & Linn, J. G. 2013. Effect of trace mineral source on reproduction and milk production in Holsteincows. *The Professional Animal Scientist*. 3: 289-297.

Fick K, McDowell L, Miles P, Wilkinson N, Funk J, Conrad J. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. 2da ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 358 p.

Gartenberg P. K., McDowell L. R., Rodriguez D., Wilkinson N., Conrad J. H. and F G Martin. 1990. Evaluation of the trace mineral status of ruminants in northeast Mexico. *Livestock Research for*

- Rural Development. Volume 2, Number 1, February.
- Gressley, T. A. 2009. Zinc, copper, manganese, and selenium in dairy cattle rations. In Proceedings of the 7th Annual Mid-Atlantic Nutrition Conference. pp. 56-71.
- Hesari, B. A., Mohri, M., & Seifi, H. A. 2012. Effect of copper edetate injection in dry pregnant cow son hematology, bloodmetabolites, weightgain and health of calves. Tropical animal health and production: 5: 1041-1047.
- INEGI. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal Aguascalientes, Ags., México.
- McDowell LR, Arthington JD. 2005. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 4^a ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, USA. 94 p.
- NRC (National Research Council).2000. Nutrient Requirements of of Beef Cattle. Seventh Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C., USA. 248p.
- Rabiee, A. R., Lean, I. J., Stevenson, M. A., & Socha, M. T. 2010. Effects of feeding organic trace mineral son milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: A meta-analysis. Journal of dairy science. 9: 4239-4251.
- Siciliano-Jones, J. L., Socha, M. T., Tomlinson, D. J., & DeFrain, J. M. 2008. Effect of trace mineral source on lactation performance, claw integrity, and fertility of dairycattle. Journal of dairyscience. 5: 1985-1995.
- Spears, J. W., & Weiss, W. P. 2008. Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transitiondairycows. The Veterinary Journal. 1: 70-76.
- SPP (Secretaria de Programación y Presupuesto). 1981. Síntesis Geográfica de Zacatecas. México, D. F.
- Wayne CC. 1964. Collection forages samples representative of ingested material of grazing animals for nutritional studies. Journal of Animal Science. 23:265-270.

CALIDAD DE SEMILLA DE NUEVE PASTOS FORRAJEROS DE USO ACTUAL EN MÉXICO

QUALITY OF SEED OF NINE PASTURES CURRENT USE IN MEXICO

Erika Alejandra Salazar Murillo¹, Marco Antonio Rivas Jacobo*², Camelia Alejandra Herrera Corredor², José Marín Sánchez²

¹Programa de Maestría en Producción Agropecuaria de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP. ale_89@hotmail.com, ²Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP.marco.rivas@uaslp.mx.

RESUMEN

El objetivo fue evaluar los parámetros que miden la calidad física y fisiológica de la semilla de nueve pastos forrajeros de uso actual en México. Los trabajos se llevaron a cabo en los Laboratorios de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Se utilizaron las semillas de Azul de Kentucky (*Poa pratensis* L.), Bermuda (*Cynodon dactylon* L.), Brizanta (*Brachiaria brizantha*), Festuca (*Festuca arundinacea* Schreber), Guinea (*Panicum máximum* Jacq.), Orchard (*Dactylis glomerata* L.), Rhodes (*Chlori sgayana*Kunth.), Ryegrass annual, (*Lolium multiflorum* Lam.), Ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.), adquiridas en casas comerciales del estado de San Luis Potosí y Distrito Federal. En la fase de laboratorio se evaluó las variables de calidad física: pureza analítica, peso de 1000 semillas, peso volumétrico y porcentaje de humedad. Para las variables fisiológicas, en el primer conteo se evaluaron los porcentajes de viabilidad, germinación, plántulas anormales, y semillas no germinadas; mientras que en el conteo final, además del peso seco de la plántula, se midieron los porcentajes de viabilidad, germinación, plántulas anormales, semillas duras y semillas muertas. Se llegó a las conclusiones que bajo las condiciones estudiadas, de la evaluación de semillas de nueve genotipos de pasto, siete han mostrado alto índice de calidad, mostrando con esto variabilidad en la calidad de semilla entre especies de pastos. Se encontró relación directa entre el porcentaje de pureza y el de germinación, resultando que las semillas que obtuvieron el 100% de pureza resultaron tener buenos porcentajes de germinación.

Palabras clave: Pureza, germinación, viabilidad, plántulas, semilla.

SUMMARY

The objective was to evaluate the parameters that measure the physical and physiological seed quality forage grasses nine current use in Mexico. The works were carried out in the laboratories of the Faculty of Agronomy and Veterinary Medicine at the Autonomous University of San Luis Potosi. The seeds of Kentucky Blue (*Poa pratensis* L.), Bermuda (*Cynodon dactylon* L.), brizanta (*Brachiaria brizantha*), fescue (*Festuca arundinacea* Schreber), Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), Orchard (*Dactylis glomerata* L.), Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.), annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.), perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), acquired in business houses of the state of San Luis Potosi and Mexico City. Analytical purity, 1000 seed weight, volumetric weight and percentage of humidity in the laboratory phase variables physical quality was evaluated. For physiological variables in the first count the percentage of viability, germination, abnormal seedlings and ungerminated seeds were evaluated; while in the final count, plus seedling dry weight, the percentages of viability, germination, abnormal seedlings, hard seeds and dead seeds were measured. It came to the conclusions under the studied conditions, evaluation of nine genotypes seeds of grass, seven have shown high levels of quality, showing with this variability in seed quality among grass species. Direct relationship between the percentage purity and germination was found, resulting in seeds obtained 100% purity proved to have good germination rates.

Key words: Purity, germination, viability, seedlings, seeds.

INTRODUCCIÓN

La demanda de semilla en México, está en función directa del potencial de producción, el cual está determinado por su calidad genética, física, fisiológica y sanitaria, así como por su daño mecánico. La semilla es la parte vegetativa de una planta para la reproducción sexual de las mismas, siendo esta la de mayor importancia para el establecimiento de pastos y praderas destinadas para la alimentación del ganado; en el comercio existen variedades mejoradas y en muy bajo grado variedades criollas o nativas, que se producen aplicando tecnología moderna y/o tradicional-artesanal. Tener el conocimiento preciso de la calidad logra hacer eficiente el uso de la semilla; eficiencia circunscrita a utilizar las densidades de semilla apropiadas, para hacer uso potencial de la poca producción de algunas variedades y verlo factible al abatir costos de producción, ya que utilizando semilla con calidad conocida puede recomendarse una densidad de siembra óptima.

La producción de semillas de plantas forrajeras en México es una industria incipiente, con una organización deficiente, sin información acerca de la productividad, estadística de demanda y otros datos importantes, que puedan ayudar a una rápida estructuración y reorganización de dicha industria (Valdés, 1990). En el año 2011, la superficie sembrada de pasto forrajero fue de 2, 461,501 ha, cuya producción promedio nacional fue de 46, 173,565 ton de forraje verde, insuficiente para cubrir la demanda del país, el déficit tiende a incrementarse cada día, debido al establecimiento de nuevas cuencas lecheras que demanda fuertes cantidades de forrajes, en consecuencia, es de esperarse cada vez mayor demanda de semilla (INEGI, 2012). Por lo que el objetivo fue evaluar los parámetros que miden la calidad física y fisiológica de la semilla de

nueve pastos forrajeros de uso actual en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en los Laboratorios de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP, ubicada en el ejido “Palma de la Cruz” Mpio. de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., localizado a 22° 12’ LN y 100° 51’ LO, a 1835 m.s.n.m. El clima corresponde a seco estepario frío, con temperaturas medias anuales de 18°C siendo 7.5°C la mínima y 35°C la máxima (García, 1973). Se utilizaron 9 especies de pastos forrajeros adquiridos en casas comerciales. Los genotipos fueron: Azul de Kentucky (*Poa pratensis* L.), Bermuda (*Cynodon dactylon* L.), Brizanta (*Brachiaria brizantha*), Festuca (*Festuca arundinacea* Schreber), Guinea (*Panicum máximum* Jacq.), Orchard (*Dactylis glomerata* L.), Rhodes (*Chloris gayana* Kunth.), Ryegrass annual, (*Lolium multiflorum* Lam.) y Ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.). De una muestra de semilla de 0.5 kg de cada variedad se obtuvo una muestra aleatoria de 50 g, correspondiendo a la muestra de envío (ISTA, 1993), a la cual se le determinó las siguientes variables: porcentaje de pureza (PP, %), para lo cual de la muestra de envío se tomaron 50g (muestra de trabajo) para el análisis de pureza. Peso de mil semillas (PMS, g), para ello se utilizó la semilla pura, se contaron 8 repeticiones de 100 semillas de cada tratamiento, y se pesaron en una balanza digital Modelo BJ2200C, marca PRECISA, con precisión de .01 g. Para el Peso volumétrico (PV, kg/hl) se utilizó una probeta graduada. Porcentaje de humedad (PHUM, %)), se calculó en dos repeticiones de 10 g de semilla pura que se secaron en la estufa a 70°C durante 72 horas.

La calidad fisiológica se evaluó con la germinación estándar siguiendo las indicaciones de la ISTA (1993). De cada

tratamiento se establecieron 4 repeticiones de 100 semillas, y se dejaron durante 15 días a 22°C en una cámara germinadora Seedburo®. Las semillas de cada repetición se distribuyeron en cajas de Petri estériles, con una toalla “sanita” como substrato, la cual se humedeció con agua destilada, y se distribuyeron en el interior de la cámara germinadora al azar y a los 15 días se contaron las plántulas normales. Se utilizó diseño experimental completamente al azar (Stell y Torrie, 1988). Se realizó el análisis de varianza univariado (ANOVA) mediante el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 2004). Las variables significativas se sometieron a la prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para porcentaje de pureza, pasto Rhodes mostró un 70.54%. Entre Brizanta, Festuca, Guinea, Orchar, Ryegrass anual y Ryegrass perenne, presentan porcentajes de pureza de entre 42 -49%.

Dentro de la variable PV se observa que existe diferencia significativa entre los genotipos (Cuadro 1), resultando el genotipo bermuda el que mostró el mayor PV con 88.1 kg hl⁻¹ y el zacate Rhodes el porcentaje más bajo. Esta puede deberse a exposición de la semilla a factores climáticos adversos, así como a un manejo deficiente durante su beneficio, en cambio Rivas (1998) reporta un 82.64% de PV en semilla de alfalfa, lo que concluye que el PV está dado en relación al tamaño de la semilla. De manera independiente la interacción genotipo-tamaño no son significativas. Los mejores pesos volumétricos podrían atribuirse a buenas condiciones ambientales durante la formación y la maduración de la semilla, así como el manejo óptimo de la cosecha, lo cual va a estar determinado por parte en la posición que tengan en la inflorescencia lo que origina que a menudo se cosechen semillas

inmaduras y mal formadas; Lawanet *al.*, (1985) afirman que las semillas secadas en campo tienden a presentar densidad baja. Para PHUM no se observaron diferencias significativas (Cuadro 1). De acuerdo a las normas para certificación de semillas (SNICS, 1975), el porcentaje de humedad no debe exceder de 13%, de tal forma que todos los genotipos cumplen con los estándares para esta variable, al estar todos por debajo del porcentaje máximo permitido. En lo que refiere a PMS, el análisis arroja diferencias significativas (Cuadro 1), lo que indica que el peso de las semillas varía entre genotipos y que el peso de estas está dado por el tamaño de estas. Lógicamente los PMS bajos corresponden a las semillas pequeñas. El índice de mayor peso lo presenta el genotipo Festuca con 0.922 g y el menor porcentaje lo presenta el genotipo Bermuda con 0.046 g. Rivas (1998) sugiere que los pesos de las semillas varían entre variedades, y que el peso de mil semillas está influenciado por el tamaño de las mismas. En base a esto es de suma importancia adquirir semillas que presenten tamaños uniformes, para asegurar mejores pesos y probablemente obtener mejores producciones, tal como menciona Gun (1972), en el sentido de que las semillas de bajo peso representan un problema y afecta adversamente los estándares de producción.

En la variable altura de la planta (ALTP) se observaron diferencias significativas entre los genotipos (Cuadro 1), donde el genotipo con mayor valor en la altura fue el Ryegrass anual, seguido de Guinea y Ryegrass perenne; en cambio los menores valores los obtuvo Rhodes, Brizanta y bermuda. La altura de la planta es una evidencia del potencial de crecimiento de las plántulas lo que le confiere cierta seguridad y mejor establecimiento en el campo y aseguraría un buen establecimiento de praderas.

Cuadro 1. Análisis de medias de algunas variables de la calidad física de semillas de nueve especies forrajeras. Soledad de Graciano Sánchez S.L.P. 2015.

| Genotipo | PVol (kg/hl) | PHUM (%) | PMS (g) | ALTP (cm) | PSP (g) | Vigor | PG (%) |
|-------------------|--------------|----------|---------|-----------|----------|--------|----------|
| Azul de Kentucky | 33.0 cd | 6.75 b | 0.067 d | 6.2 d | 0.0600 b | 3.00 b | 58.0 cd |
| Bermuda | 88.1 a | 5.15 b | 0.046 d | 3.5 e | 0.0266 b | 4.00 a | 64.2 bcd |
| Brizanta | 53.2 b | 8.45 a | 0.135 c | 3.3 e | 0.0833 b | 4.00 a | 59.5 bcd |
| Festuca | 57.4 b | 9.10 a | 0.922 a | 8.5 d | 0.2033 a | 2.00 c | 46.2 d |
| Guinea | 36.7 c | 9.40 a | 0.267 b | 13.5 b | 0.0566 b | 3.00 b | 89.0 a |
| Orchard | 22.9 d | 9.30 a | 0.136 c | 8.7 cd | 0.0933 b | 2.00 c | 70.0 abc |
| Rhodes | 7.5 e | 9.40 a | 0.061 d | 1.2 e | | 3.00 b | 2.5 e |
| Rye grass annual | 41.9 c | 9.60 a | 0.243 b | 24.0 a | 0.0866 b | 1.00 d | 73.2 abc |
| Rye grass perenne | 41.5 c | 9.80 a | 0.248 b | 11.2 cd | 0.0903 b | 2.00 c | 80.7 ab |
| MEDIA | 42.49 | 8.55 | 0.236 | 8.93 | 0.087917 | 2.66 | 60.4 |
| DMS | 10.43 | 1.63 | 0.026 | 2.5571 | 0.0971 | 0 | 21.9 |

Medias con la misma letra en sentido vertical son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$) PVOL=peso volumétrico. PHUM=porcentaje de humedad. PMS= peso de mil semillas. ALT/PLANTA=altura de la planta. PSP=peso seco de la plántula.

El PSP mostró diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1), donde el genotipo festuca mostró mayor valor, aspecto que le confiere cierta relación a su peso de mil semillas, que este peso puede estar influenciando en el mayor contenido de materia seca. Para vigor se observaron diferencias significativas (Cuadro 1), observándose que brachiaria y bermuda obtuvieron el mayor valor al mostrar su plántula un mejor crecimiento y desarrollo que las demás, aunque no tuvo ninguna relación con la altura y su peso seco. El porcentaje de germinación mostro diferencias significativas (Cuadro 1) donde guinea, ryegrass perenne, ryegrass anual y orchard fueron los cultivos más sobresalientes, por lo que estas semillas pudieran recomendarse al productor siempre y cuando le anticipe que existe la necesidad de hacer correcciones a la siembra por porcentaje de semillas germinadas.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones estudiadas, de la evaluación de semillas de nueve genotipos de pasto, siete han mostrado alto índice de calidad, manifestando con esto variabilidad en la calidad de semilla entre especies de

pastos. En condiciones de laboratorio se encontró relación directa entre el porcentaje de pureza y el de germinación, resultando que las semillas que obtuvieron el 100% de pureza resultaron tener buenos porcentajes de germinación. El tamaño de semilla no fue determinante en el porcentaje de germinación, las semillas pequeñas tuvieron los mismos resultados que las de mayor tamaño. Se recomienda la utilización del pasto Guinea ya que por los parámetros obtenidos en condiciones de laboratorio sería la única semilla que pudiera certificarse. Los resultados de una pureza de semilla al 100% no garantizan un 100% de germinación.

LITERATURA CITADA

- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 p.
- Gun, C. R. 1972. Seed Characteristics. In: Hanson, C. H. (ed). Alfalfa science and technology. American society of agronomy. Madison.

INEGI. 2012. México. Resultados definitivos de encuesta nacional agropecuaria 2012. México.

ISTA.1993.International Seed Testing Association International Rules for Seed Testing.Seed Science and Technology 21.

Lawan M., F. L.; Barnett, B.; Khaleeq; and R. L. Vanderlip. 1985. Seed density and seed size of pearl millet as related to field emergence and several seed and seedlings traits.

Rivas J., M. A. 1998. Calidad física y fisiológica de variedades de alfalfa de uso actual en el valle de México. Tesis de licenciatura. Chapingo, México.

SNICS. 1975. Normas para la certificación de las semillas. SAG. DGA. México, D. F.

Valdés O., A. 1990. La producción de semillas en especies forrajeras en México. *In* Análisis de la enseñanza, producción e investigación de semillas en México. SOMEFI. Chapingo, México.

ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DE 13 GRAMÍNEAS FORRAJERAS EN CALERA, DE V.R., ZACATECAS

MORPHOLOGICAL ATTRIBUTES OF 13 FORAGE GRASSES IN CALERA, V.R., ZACATECAS

Francisco Antonio Rubio Aguirre¹*; José Francisco Villanueva Avalos

¹INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Zacatecas. Km. 20.5, carretera Zacatecas-Fresnillo. C.P. 98500.

*rubio.francisco@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Con el objetivo de conocer algunos atributos morfológicos forrajeros de 13 accesiones de gramíneas en el altiplano de Zacatecas, México, se llevó a cabo el presente estudio durante 2014 en Calera, Zac. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, fitomasa aérea, producción de semilla, relación producción de forraje en secas: producción total anual, textura de hojas y enfermedades. Se llevaron a cabo análisis de varianza mediante un DCA y pruebas DMS al 0.01%. Los materiales más sobresalientes fueron T₉ (Zacatón alcalino), T₁ (Banderilla *acc.* Maturana) y T₃ (Banderilla *acc.* Chih-75) con 3041.4, 2654.9 y 2454.4 kg MS ha⁻¹ año⁻¹, siendo superiores a la variedad importada de pasto Banderilla var. Haskell (T₁₃) que rindió 1508.8 kg MS ha⁻¹ año⁻¹. Los materiales que aportaron la mayor cantidad de forraje durante el periodo seco fueron T₉, T₃ y T₁₃ con 14.0, 11.0 y 9.8%, respectivamente. Los tratamientos T₄ (Navajita *acc.* Río Grande), T₂ (Banderilla *acc.* CEZAC) y T₁ superaron (P<0.01) en rendimiento de semilla a T₁₃. Todas las accesiones evaluadas mostraron una textura de hoja suave, salvo el Zacatón alcalino que a partir de mediados de septiembre se tornó más áspera. Solo Banderilla *acc.* Chih-75 fue afectada por roya (*Puccinia spp.*).

Palabras clave: Morfología, Gramíneas, *Sporobolus*, *Bouteloua*, *Haskell*.

ABSTRACT

In order to know some forage morphological attributes of 13 accessions of grasses in the Highlands from Zacatecas, Mexico, the present study was conducted in during 2014 in Calera, Zac. Evaluated variables were: plant height, air biomass yield, seed production, dry forage production: total annual yield relationship, leaves texture, and diseases. Analysis of variance using a CRD and DMS tests to 0.01% were carried out. The outstanding materials were T₉ (Alkali sacaton), T₁ (Sideoats grama *acc.* Maturana) and T₃ (Blue grama *acc.* Chih-75) with 3041.4, 2654.9, and 2454.4 kg DM ha⁻¹ year⁻¹, being higher than the imported variety Sideoats grama var. Haskell (T₁₃) which yielded 1508.8 kg DM ha⁻¹ year⁻¹. T₉, T₃, and T₁₃ were the materials that most contributed with forage during the dry period with 14.0 11.0, and 9.8%, respectively. T₄ (Blue grama *acc.* Rio Grande), T₂ (Banderilla *acc.* CEZAC), and T₁ surpassed (P<0.01) on seed yield to T₁₃. All evaluated ecotypes showed a soft leaf texture, except alkaline grass that became rougher in mid-September. Only Sideoats grama *acc.* Chih-75 was affected by rust (*Puccinia spp.*).

Key words: Morphology, Grasses, *Sporobolus*, *Bouteloua*, *Haskell*.

INTRODUCCIÓN

En el Estado de Zacatecas, con una superficie de 7.5 millones de hectáreas, la eliminación de la cubierta vegetal supera los 1.5 millones en los últimos 100 años, afectando directamente la pérdida de la biodiversidad vegetal y promoviendo el avance de la desertificación, lo que ha ocasionado bajos rendimientos unitarios y dependencia

tecnológica del extranjero, principalmente en lo que a semillas forrajeras se refiere. Echavarría *et al.*, (2009), encontraron que la degradación de los suelos agrícolas en el estado afectan 960,463 ha en su nivel medio (82% de las superficie total) y 125,963 ha en su nivel alto (10.8% del total), gran parte de dicha superficie, se encuentra en la zona agrícola llamada “zona frijolera” ubicada al

noroeste del Estado, antiguamente bioma representativo de los mejores pastizales de la entidad.

La recuperación de estos ecosistemas a mediano y largo plazo es factible y podría ser alcanzado gradualmente mediante el establecimiento y manejo adecuado de las especies forrajeras dominantes, bajo esquemas agro-silvopastoriles sustentables. De acuerdo a lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron conocer algunos atributos morfológicos forrajeros de 13 ecotipos de gramíneas de importancia económica para la rehabilitación de los pastizales nativos del altiplano Zacatecano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Banco de Germoplasma de especies forrajeras del CEZAC-INIFAP, localizado en Calera, Zacatecas, Méx., ubicado a los 102° 39' 34" LN y 22° 54' 31.3" LW y 2197 msnm. El suelo es agrícola de textura franca, pH de 8.18±0.1, rico en MO (3.83±0.8%), pobre en N nítrico (10.0 kg ha⁻¹) y N amoniacal (20.0 kg ha⁻¹), medio en P (25.0 kg ha⁻¹), rico en K (300.0 kg ha⁻¹), extra rico Ca (4000.0 kg ha⁻¹) y valores medios de Mg (25 kg ha⁻¹), por lo que se considera un suelo no salino-no sódico. La precipitación durante el año de estudio (2014) fue de 413.2 mm, con una distribución mensual de: enero (15.6), febrero (0.0), marzo (0.4), abril (0.0), mayo (31.3), junio (99.2), julio (41.4); agosto (75.5), septiembre (78.6), octubre (26.1), noviembre (23.4) y diciembre (22 mm).

Se evaluaron 13 tratamientos, constituidos por diferentes accesiones de las gramíneas [cuatro de Banderilla *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.; cinco de navajita *Bouteloua gracilis* (Kunth) Lag. Ex Griffiths; una de triguillo *Bouteloua radicata* (E. Fourn.) Griffiths; una de zacatón alcalino *Sporobolus airoides* (Torr.) Torr. y dos de Rhodes *Chloris*

gayana Kunth]. La semilla original de las dos accesiones de navajita fue colectada en ecosistemas con alto grado de deterioro en el municipio de Río Grande, Zacatecas y resguardada a temperatura ambiente en el CEZAC-INIFAP (Rubio, 2000).

Plántulas de las gramíneas evaluadas fueron generadas en charolas de poliuretano en condiciones de invernadero, mismas que fueron posteriormente trasplantadas en campo durante la época de lluvias del año 2012. Se utilizaron parcelas experimentales de 16 m² por triplicado, en la cual se plantaron 28 plantas a una distancia entre surcos de 0.76 m y entre plantas a 0.75 m. La parcela útil fueron las 10 plantas centrales (5.7 m²). El establecimiento de los pastos fue apoyado por tres riegos de auxilio; sin embargo, la evaluación de los mismos se realizó bajo condiciones estrictas de temporal, sin fertilización y sin remoción mecánica de suelo. El control de malezas fue mediante deshierbes con azadón. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, fitomasa aérea, producción de semilla; relación producción de forraje en secas: producción total anual, textura de hojas y enfermedades de acuerdo a los procedimientos descritos por Quero *et al.* (2012). Las muestras de forraje fueron secadas al ambiente hasta peso constante. La información fue analizada mediante un diseño completamente al azar, con tres repeticiones por tratamiento y pruebas DMS al 0.01% (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se discuten de acuerdo a los materiales forrajeros que resultaron sobresalientes en las diferentes variables evaluadas.

Altura. La altura de plantas durante la época de secas (2 de junio), muestra diferencias (P<0.01) entre accesiones, donde sobresalen

por su mayor porte: el Zacatón alcalino Banderilla *acc.* Chih-75 y Banderilla Maturana, con 45.2, 29.3 y 26.4 cm, respectivamente. Durante el periodo de lluvias, para el 1 de agosto y 17 de septiembre, los resultados muestran diferencias ($P<0.01$) entre tratamientos, donde nuevamente sobresalieron por su porte

el Zacatón alcalino, Banderilla Maturana y Banderilla *acc.* Chih-75, con 125.8, 85.2 y 82.7 cm, respectivamente.

Fitomasa aérea. Los resultados obtenidos en cuanto a esta variable, se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Producción de biomasa y proporción de fitomasa aérea durante la época de seca y lluvias de las accesiones más sobresalientes en el Cezac-Inifap. Calera, Zac.

| Tratamiento / Accesoión | Origen | Biomasa (kg MS ha ⁻¹) | | | Biomasa en secas (%) |
|---|---------------|-----------------------------------|--------------|--------|----------------------|
| | | Secas | Lluvias | Total | |
| T ₉ : Zacatón alcalino | CEZAC M2 | 425.6 a | 2615.8 a | 3041.4 | 14.0 |
| T ₁ : Banderilla | Maturana | 249.6 b | 2405.3 ab | 2654.9 | 9.4 |
| T ₃ : Banderilla var. Chih-75 | Lote CEZAC | 270.2 b | 2184.2 abc | 2454.4 | 11.0 |
| T ₄ : Navajita | Río Grande M1 | 139.6 c | 1912.8 abcd | 2052.4 | 6.8 |
| T ₂ : Banderilla | Lote CEZAC | 134.4 cd | 1681.2 abcde | 1815.6 | 7.4 |
| T ₁₃ : Banderilla var. Haskell | USA | 147.4 c | 1361.4 cde | 1508.8 | 9.8 |
| C.V. (%) | | 21.9 | 27.4 | | $\mu=7.7$ |

* Literales diferentes indican diferencias ($p<0.01$) entre tratamientos

Durante la época de secas, se observaron diferencias ($P<0.01$) entre accesiones, donde sobresalió el Zacatón alcalino con 425.6 kg Ms ha⁻¹. Asimismo, durante la época de lluvias se presentaron diferencias ($P<0.01$) entre accesiones, sobresaliendo nuevamente el Zacatón alcalino con 2615.8 kg MS ha⁻¹, el cual fue similar a la observada en T₁, T₃, T₄ y T₂ y diferente a la observada en T₁₃, ecotipo introducida de Banderilla var. Haskell, cuyos rendimientos fueron similares a los observados en T₃, T₄ y T₂.

La producción total de biomasa (sumatoria de secas y lluvias) fue superior en el Zacatón alcalino con 3041.4 kg ha⁻¹. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Rubio *et al.*, (1990) en el mismo sitio con las colecciones con no. de entrada INIA-351-SLP, INIA-313-AGS, INIA-274-ZAC, INIA-277-ZAC e INIA-338-SLP, los cuales produjeron durante los años de 1986 a 1988 un rendimiento medio de 4.88, 3.84, 3.75, 3.72 y 3.69 ton MS ha⁻¹, respectivamente, con características sobresalientes de

resistencia al frío y su permanencia en verde gran parte del año. Sin embargo, difieren de los observados en el Estado de Coahuila, donde existe una gran variabilidad entre ecotipos de acuerdo su sitio de origen (Ortegón y Kuruvadi, 1985). Por otra parte, los resultados encontrados con el pasto Banderilla al ser comparado con la var. Haskell, coinciden con los resultados por Rubio (1995a), donde el rendimiento de forraje seco por accesoión fue de 3.1, 2.9, 2.5, 2.3 y 2.1 ton MS ha⁻¹, para el ecotipo INIA-207, la variedad Chih-75, la variedad Premier, el ecotipo INIA-315 y la variedad Haskell, respectivamente, siendo los ecotipos mexicanos productivamente superiores a la variedad Haskell, la cual entro a México importada por el Gobierno del Estado de Zacatecas, ante la falta de semilla de ecotipos o variedades mexicanas.

Producción secas: total anual.- Los materiales que aportaron la mayor cantidad de forraje durante el periodo seco, fueron Zacatón alcalino, Banderilla var. Chih-75 y

Banderilla var. Haskell con 14.0, 11.0 y 9.8%, respectivamente (Cuadro 1). La mayor cantidad de forraje encontrada durante la época de secas para el Zacatón alcalino, se atribuye a su amplio y profundo sistema radicular de hasta 1.8 m que le permite el acceso a la humedad disponible en las capas más profundas del subsuelo, tal como fue anteriormente reportado por Groeneveld (1989).

Rendimiento de semilla. La producción de semilla presentó diferencias ($P < 0.01$) entre accesiones, donde los ecotipos Navajita Río Grande M1 (T_4), Banderilla del Lote CEZAC, Banderilla Maturana, Navajita Río Grande M2 (T_5) y navajita Fresnillo M5, produjeron 339.8, 331.8, 292.4, 251.5 y 230.0 kg ha⁻¹, respectivamente. El T_{13} de Banderilla var. Haskell, rindió solo 59.5 kg ha⁻¹. El buen comportamiento productivo de los ecotipos de navajita (T_4 y T_5), indica la necesidad de rescatar, preservar y evaluar la diversidad genética de estos materiales forrajeros en la región, cuna de los mejores pastizales del Estado de Zacatecas.

Estado al tacto de hojas. La textura de la hoja al tacto, mostró que la mayoría de los ecotipos presentan una hoja suave durante todo el ciclo productivo, salvo el Zacatón alcalino, cuyas hojas se tornan más ásperas a partir del 17 de septiembre. Esta situación es de suma utilidad para determinar fechas óptimas de pastoreo y descanso. El estado áspero del follaje ha demeritado el seguimiento y evaluación de esta especie; sin embargo, Hickey y Springfield (1966) señalan la importancia de retomar esta línea de investigación, basado en las ventajas productivas y ecológicas que este pasto ofrece, como son sus altos rendimientos de forraje, buena cobertura vegetal, tolerancia al pastoreo intenso y las posibilidades para su uso en resiembras.

Enfermedades. La presencia de Roya (*Puccinia* spp.) fue detectada en las tres repeticiones del Banderilla var. Chih.-75, observándose además una gran cantidad de hojas basales secas. En contraste, Banderilla var. Haskell, presentó hojas de un verde intenso. Estos resultados difieren de los observados 19 años antes por Rubio (1995b) quien observó diferencias ($P < 0.05$) entre materiales, donde la variedad Haskell mostró la mayor presencia de roya con un promedio de 4.5 unidades en la escala de Saari y Prescott, situándolo como un material Moderadamente resistente a roya, en cambio la variedad Chih-75 mostró solo 1.1 unidades lo que lo clasificaba como Resistente a la enfermedad. Observaciones de campo no documentadas en parcelas antiguas de la variedad Chih-75, muestran la presencia de esta enfermedad y el presente estudio lo verifica.

CONCLUSIONES

Se encontraron materiales de Zacatón alcalino, Banderilla y Navajita, con atributos morfológicos y productivos superiores a la variedad de Banderilla Haskell; Los materiales con mayor productividad forrajera durante la época de secas fueron el Zacatón alcalino y los Banderillas variedad Chih-75 y Haskell; las accesiones de pasto Navajita Río Grande M1, Banderilla Lote CEZAC y Banderilla Maturana, mostraron un mejor rendimiento de semilla que la variedad importada Haskell, lo que los situó como excelentes alternativas para la recuperación y rehabilitación, a corto y mediano plazo, de los pastizales nativos deteriorados del norte de México.

LITERATURA CITADA

Echavarría, CH. F. G.; G. Medina G.; A. F. Rumayor R.; A. Serna P.; H. Salinas G.; J. G. Bustamante W. 2009. Diagnóstico de los recursos naturales para la planeación de la intervención tecnológica

- y el ordenamiento ecológico. Libro técnico No. 10. CEZAC-CIRNOC-INIFAP. Calera de V.R., Zac. 174 p.
- Groeneveld, P. D. 1989. Shrub rooting and water acquisition on threatened shallow groundwater habitats in the Owens valley, California. 221-237 p. *In*: Proceedings-Symposium on Cheatgrass Invasion, Shrub Die-off, and Other Aspects of Shrub Biology and Management. Compilers: E. D. McArthur; E. M. Romney; S. D. Smith; P. T. Tueller. General Technical Report INT-276. 1990. Consultado en línea el 21/06/2015. http://www.fs.fed.us/rm/pubs_int/int_gtr276.pdf.
- Hickey, W. C.; H. Springfield W. 1966. Alkali Sacaton: Its merits for forage and cover. *Journal of Range Management Archives*. 19 (2): 71-74 p. Consultado en línea el 21/06/2015: <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/issue/view/314>
- Ortegón, P. A.; S. Kuruvadi. 1985. Evaluación de colecciones nativas de zacatón alcalino *Sporobolus airoides* Torr. en la formación de variedades bajo sequía. *Agraria. Revista científica UAAAN*. 1(2): 107-121 p.
- Quero - Carrillo, A. R.; J. F. Villanueva - Avalos; J. F. Enríquez - Quiroz; C. R. Morales - Nieto; E. D. Bolaños - Aguilar; J. Castillo - Huchim; J. J. Maldonado - Méndez; F. Herrera - Cedano. 2012. Manual de Evaluación de Recursos Genéticos de Gramíneas y Leguminosas Forrajeras. INIFAP-CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Folleto Técnico Núm. 22. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 41 p.
- Rubio, A. F. A.; J. R. González D.; F. Cárdenas R. 1990. Caracterización inicial de 21 ecotipos de zacate alcalino en Calera, Zac. Resúmenes de Investigación 1988. CIFAP-Zacatecas. Publicación especial Núm. 5. Calera V. R., Zac. 32 p.
- Rubio, A.F.A. 1995a. Estudio comparativo de diferentes materiales de zacate banderilla en Calera, Zac. Informe técnico 1994. Campo Experimental Calera-CIRNOC-INIFAP. Pub. Mimeo. 10-20 p.
- Rubio, A.F.A. 1995b. Estudio comparativo de diferentes materiales de zacate banderilla en Calera, Zac. Informe técnico 1994. Campo Experimental Calera-CIRNOC-INIFAP. Pub. Mimeo. 10-20 p.
- Rubio, A. F. A. 2000. Cosecha de semillas de especies forrajeras en predios ganaderos y orillas de carreteras en Zacatecas. Memoria de la XXXVI Reunión de Investigación Pecuaria. Sonora 2000. Hermosillo, Sonora. p. 62.
- Steel, R. G. D.; J. H. Torrie 1985. Principles and procedures of statistics. 2nd. Ed. McGraw-Hill Book Co. N.V. 633 p.

ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE CEBADAS (*Hordeum vulgare L.*) PARA PRODUCCIÓN DE FORRAJE

GROWTH ANALYSIS OF BARLEY (*Hordeum vulgare L.*) FOR FORAGE PRODUCTION.

Claudia Yanet Wilson García^{1*}, Alfonso Hernández Garay¹, Martínez Méndez Daniel¹ María Esther Ortega Cerrilla¹, Ricardo Bárcena Gama¹ y Adelaido Rafael Rojas García¹

¹Colegio de Postgraduados, Programa de Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería; Km. 36.5, Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. C.P. 56230. México. *claudiawilson@colpos.mx

RESUMEN

El objetivo del estudio fue realizar curvas de acumulación de forraje, y determinar el momento óptimo de corte para forraje de dos líneas y una variedad de cebada. Los cortes se iniciaron a los 43 días después de la siembra (DDS) y hasta que se alcanzó la máxima acumulación de materia seca. La acumulación de forraje, composición morfológica, índice de área foliar, altura de planta e intercepción luminosa se evaluaron semanalmente. Los datos de los experimentos se analizaron con el paquete estadístico SAS, para un diseño experimental de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. La radiación interceptada y el índice de área foliar pueden ser criterios utilizados para determinar el momento óptimo de corte. El momento óptimo de corte para forraje fue a los 70 DDS, con valores de radiación interceptada de 94, 95 y 91 %, con índices de área foliar de 7, 5 y 3 y alturas de 88, 82 y 59 cm para Esp x O'Connor, Esp x Cp y Lenetah ($p < 0.05$), en el estado de elongación del tallo. El momento fenológico óptimo de corte para forraje en cebada es el estado de elongación del tallo.

Palabras Clave: Composición morfológica, altura de planta, radiación interceptada, etapa fenológica.

ABSTRAC

The objective of this search was to generate forage accumulation curves, and to determine the optimal cutting time for forage for two lines and a variety of barley. Cuttings started 43 days after sowing (DAS), and until the maximum accumulation of dry matter was reached. Forage accumulation, morphological composition, leaf area index, plant height and light interception were evaluated weekly. Data from the experiments were analyzed using SAS software, using a randomized block design and a split-plot arrangement with three replicates. Intercepted radiation and leaf area can be used to determine the optimal cutting time. The optimal cutting time for forage was 70 DAS, with intercepted radiate on values of 94, 95, and 91%, leaf area indices of 7, 5, and 3, and heights of 88, 82 and 59 cm for Esp x O'Connor, Esp x CP and Lenetah ($p < 0.05$), respectively, at the stem elongation stage. The optimal phonological stage for cutting barley for forage is the stem elongation stage.

Keywords: morphological composition, plant height, light interception, phonological stage.

INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es uno de los cereales forrajeros que se utiliza en muchas partes del mundo para la alimentación en sistemas ganaderos de producción de carne y leche. Este cultivo presenta rápido desarrollo, por lo cual produce forraje y grano en menor tiempo, en comparación con otros cultivos del mismo ciclo, y presenta buena calidad forrajera dependiendo de la

etapa de desarrollo en que se realice el corte (Colín Rico *et al.*, 2012a; Juskiw *et al.*, 2000). El análisis de crecimiento vegetal, es una herramienta de gran valor para conocer la formación y acumulación de biomasa. En diversos estudios se establece que la calidad de un forraje se encuentra relacionada con el área foliar y con la cantidad de radiación interceptada por el cultivo. Además, sí los parámetros

mencionados anteriormente se relacionan con altura de planta, ésta puede ser utilizada como indicador de fechas optimas de corte o cosecha. Al respecto (Da Silva y Do Nascimento-Júnior, 2007) mencionan que en diferentes trabajos está reportado que el punto óptimo para cosechar una gramínea tropical es cuando esta alcanza el 95 % de intercepción luminosa, debido a que en ese punto es la hoja el órgano mayoritario y con mejor calidad de la planta, y es por tanto el punto óptimo de crecimiento en el cual se evita la acumulación de materia muerta. Por lo anterior, los objetivos del estudio son realizar curvas de acumulación de forraje y determinar el momento óptimo de corte para forraje de dos líneas y una variedad de cebada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el ciclo de invierno-primavera 2013-2014 en el Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México (19° 29' LN, 98° 54' LW y 2250 msnm). Se utilizaron las líneas F6 Esperanza x O'Connor y Esperanza x CP y la variedad Lenetah. La siembra se realizó el 4 de diciembre de 2013; La densidad de siembra utilizada fue de 100 kg ha⁻¹. Las parcelas se distribuyeron aleatoriamente en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se aplicó una dosis de fertilización de 40-40-00 en la siembra y 40 unidades de nitrógeno al inicio de la etapa de amacollamiento (37 días después de la siembra). Se aplicaron 9 riegos durante el experimento. Las variables evaluadas fueron la acumulación de forraje, índice de área foliar, altura de planta y radiación interceptada. A partir del día 43 después de la siembra y hasta que los cultivos alcanzaron la máxima acumulación de materia seca se realizaron cortes semanales de 0.45 m² de forraje a una altura de 12 cm; el forraje cosechado se lavó y se secó a 55°C hasta que llegó a peso constante, para estimar la cantidad de materia seca promedio por

hectárea. Se tomó una submuestra del 20 % del forraje cosechado y se determinó el área foliar con un integrador modelo LI-3100 (LICOR, inc.) y con la superficie de muestreo, se estimó el índice de área foliar. Para la altura de planta, antes de cada muestreo se realizaron 20 mediciones al azar en cada unidad experimental. Para medir la intercepción luminosa se realizaron 5 lecturas al azar de radiación interceptada para cada unidad experimental con el Ceptómetro modelo LP-80 (Decagon Devices, Inc.). Las mediciones se realizaron a las 12:00 horas. Los datos de los dos experimentos se analizaron con los procedimientos GLM de SAS (Statistical Analysis System Versión 9.0 para Windows), para un diseño experimental de bloques al azar con parcelas divididas con tres tratamientos correspondientes a las tres líneas de cebadas. Las curvas ajustadas de crecimiento con su modelo y coeficientes respectivos para cada línea evaluada se obtuvieron con el programa Curve Expert Professional 2.0 (Curve Expert Computer Software. Vers 2.0 N.p. D.d. Web).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las tres cebadas presentaron un incremento progresivo en la acumulación de forraje desde los 43 DDS hasta alcanzar los máximos rendimientos de materia seca 106 DDS cuando las plantas se encontraban en estado de inicio masoso (Figura 1). Esperanza x O'Connor fue quien obtuvo el mayor rendimiento de materia seca con 13,155.48 kg ha⁻¹, seguida de Esperanza x CP con 12488.29 kg ha⁻¹ y Lenetah con 5745 kg ha⁻¹ ($p \leq 0.05$). Éstas presentan curvas de crecimiento de tipo sigmoideal, con $R^2 \geq 0.97$. Lo anterior coincide con lo reportado por Colín Rico *et al.*, 2012 quienes al evaluar 36 genotipos de cebadas en tres localidades diferentes reportan rendimientos superiores a 11 ton ha⁻¹. Las máximas alturas de planta, se encontraron a los 98 DDS con 133 y 112 cm para Esp x O'Connor y Esp x Cp y a los 91

DDS con 81 cm para Lenetah ($p < 0.05$). Las máximas radiaciones interceptadas a los 70 DDS con 94, 95 y 91 % para Esp x O'Connor, Esp x Cp y Lenetah. Los IAF se incrementaron conforme avanzó la edad de las plantas y fue a los 70 DDS para todas las cebadas evaluadas que se observaron los máximos valores de 7, 5 y 4 para Esp x O'Connor, Esp x Cp y Lenetah ($p < 0.05$). Los máximos IAF para las tres cebadas coinciden con las máximas intercepciones luminosas encontradas y mayores alturas para todas las fechas. La línea Esp x O'Connor es quien presenta la mayor acumulación de forraje y los máximos IAF y RI. En muchos trabajos realizados en pastos tropicales se encontró que el punto óptimo de cosecha es cuando las plantas alcanzan el 95 % de intercepción luminosa y está relacionado con la mayor acumulación de hojas al rendimiento, y es el punto óptimo de crecimiento. (Carnevali *et al.*, 2006). Así mismo, de manera práctica se ha relacionado la RI y los IAF con la altura, permitiendo definir fechas óptimas de corte para forraje. Para éste trabajo la fecha óptima de corte fue a los 70 DDS con radiaciones interceptadas de 94, 95 y 91 %, alturas de 88, 82 y 59 cm e IAF de 7, 5 y 3 para Esp x O'Connor, Esp x Cp y Lenetah en el estado de elongación del tallo. Keles *et al.*, 2013 al evaluar el rendimiento del rebrote en cebada, centeno, trigo, avena y triticale en las etapas de amacollamiento y elongación del tallo, encontraron que los cereales de invierno pueden ser pastoreados hasta la etapa de elongación del tallo sin causar grandes reducciones en el rendimiento del rebrote y forraje total.

CONCLUSIONES

El momento óptimo de corte para las tres cebadas se encontró a los 70 DDS con valores de radiación interceptada de 94, 95 y 91 %, IAF de 7, 5 y 3 y alturas de 88, 82 y 59 cm para Esp x O'Connor, Esp x Cp y Lenetah en el estado de elongación del tallo.

El momento fenológico óptimo de corte para forraje en cebada es el estado de elongación del tallo. La radiación interceptada y el IAF pueden ser criterios utilizados para determinar el momento óptimo de corte en el cultivo de cebada.

Materia seca (kg ha⁻¹)

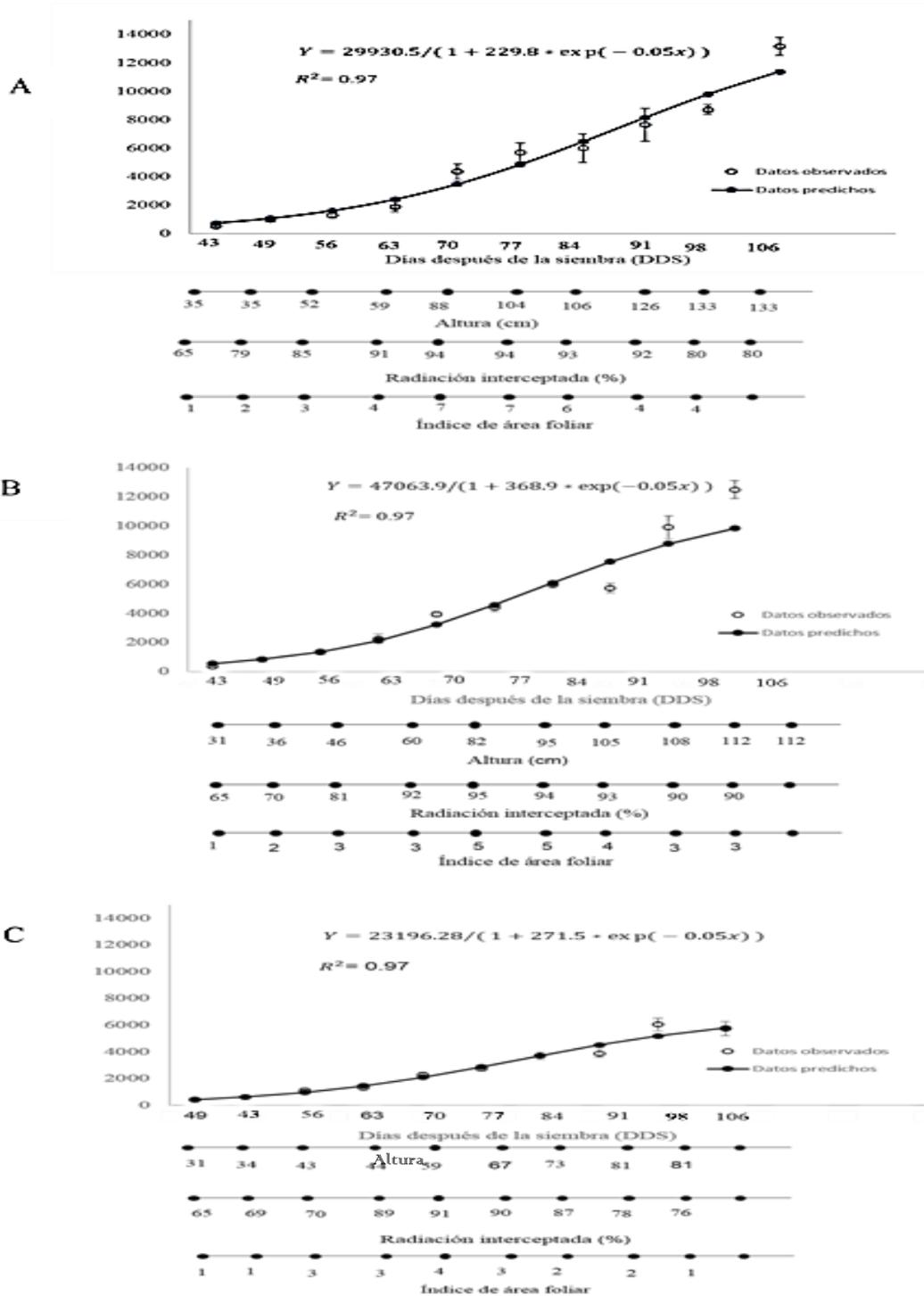


Figura 1. Curvas de acumulación de forraje, altura de planta, radiación interceptada e índice de área foliar de las cebadas Esp x O'Connor (A), Esp x CP (B) y Lenetah. Las barras \pm representan 1 desviación estándar (n = 3).

LITERATURA CITADA

- Carnevalli, R.A.; Da Silva, S.C.; Bueno, A. de O.; Uebele, M.C.; Bueno, F.O.; Hodgson, J.; Silva, G.N.; Morais, J.P.G. 2006. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Trop. Grassl.* 40, 165.
- Colín Rico, M.; Zamora Villa, V.M.; Lozano del Río, A.J.; Martínez Zambrano, G.; Torres Tapia, M.A. 2012a. Caracterización y selección de nuevos genotipos imberbes de cebada forrajera para el norte y centro de México. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 45, 249–a.
- Colín Rico, M.; Zamora Villa, V.M.; Torres Tapia, M.A.; Jaramillo Sánchez, M.A. 2012b. Producción y valor nutritivo de genotipos imberbes de cebada forrajera en la Región Lagunera de México. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 47, 27–a.
- Juskiw, P.E.; Helm, J.H.; Salmon, D.F. 2000. Postheading biomass distribution for monocrops and mixtures of small grain cereals. *Crop Sci.* 40, 148–158.
- Keles, G.; Ates, S.; Coskun, B.; Koc, S. 2013. Re-growth yield and nutritive value of winter cereals, in: *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress.* pp. 15–19.
- Da Silva, S.C.; Do Nascimento Júnior, D. 2007. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Rev. Bras. Zootec.* 36, 122–138

CARACTERIZACIÓN INICIAL DE SEMILLA DE AZUCHE *Hymenachne amplexicaulis* RUDGE (NEES)

SEED ATTRIBUTES OF AZUCHE *Hymenachne amplexicaulis* RUDGE (NEES) SEED

Capacete-Casillas Víctor-Alejandro¹, Manuel Silva-Luna², Adrián-Raymundo Quero-Carrillo¹, Adrián Hernández-Livera¹, Filogonio-Jesús Hernández-Guzmán³, Mario-Antonio Vega-Loera²

¹Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Texcoco, Edo. de México, ²INIFAP-SE Tomatlán, Jalisco, México, ³Universidad Politécnica Francisco I. Madero, Hidalgo.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue caracterizar atributos morfológicos y de germinación en semilla de pasto Azuche *Hymenachne amplexicaulis* Rudge (Nees). El experimento se realizó en el Laboratorio de Semillas del Colegio de Postgraduados, de octubre a diciembre 2014. Se evaluó semilla de ocho ecotipos, de dos años de cosechada en el CE La Huerta-INIFAP, Jalisco. Se determinó humedad, peso de mil semillas, peso volumétrico, germinación y tratamientos de envejecimiento acelerado (EA), AG₃, KNO₃ y agua caliente. Los datos se analizaron con GLM de SAS (Tukey, 0.05). La humedad determinada fue baja, en promedio (6 y 8%) para lotes de 2013 y 2014, respectivamente. La germinación posterior a EA y agua caliente, fue menor para cada ecotipo respecto al testigo; sin embargo la aplicación de KNO₃ al 0.2% mejoró la germinación de manera significativa para ambos lotes, no así con AG₃ al 1%; la cual, fue similar al testigo. Azuche es una especie de con alta producción de semilla de buena calidad, germinación aceptable y los genotipos selectos pueden socializarse rápidamente entre productores interesados.

Palabras clave: germinación y almacenamiento de semillas, *Hymenachne*, tratamiento de semilla.

ABSTRACT

In order to define morphology and germination attributes of Azuche *Hymenachne amplexicaulis* Rudge (Nees) seed, this experiment was established at the Colegio de Postgraduados laboratory from October to December, 2014. Seed from eight ecotypes was harvested during September 2013 and 2014 and stored under tropical conditions at the SE "La Huerta" INIFAP-Jalisco. Values for humidity content, 1000 seed's weight, volumetric weight, viability, germination and accelerated aging (AA) AG₃, KNO₃, and hot water treatments were evaluated. Data was analyzed using SAS' GLM (Tukey, 0.05). Moisture content of the seed was low (6 and 8%; 2013 and 2014, respectively). Seed germination after AA and hot water treatments was low regarding the placebo; however, using KNO₃ (0.2%) increased germination values significantly but AG₃ (1%) for both seed lots. Azuche is a species with high values of good quality seed production, good germination and selected genotypes from this species will be easily socialized among cattlemen within the tropics.

Key words. Seed germination, seed storage, *Hymenachne*, grass seed treatments

INTRODUCCIÓN

Un atributo importante en la socialización de especies noveles para la producción en áreas marginales para la ganadería es la caracterización de la semilla. Azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees (Poaceae), es un pasto perenne C₃, estolonífero, forma densas colonias en ambientes inindables a lo largo de bancos de

ríos en zonas tropicales y subtropicales (Gordon y Feo, 2007; Enríquez *et al.*, 2015), puede crecer hasta 2.5 m, sus tallos son erectos, lánimas de hojas de 10-45 cm de largo y hasta 3 cm de ancho (Enríquez *et al.*, 2015). Su floración tipo es panícula contraída de 20-40 cm de largo y 1 a 2 cm de grueso y ocurre, en el hemisferio boreal de agosto a octubre. La biomasa de inflorescencias (que

incluye flores y frutos) varía entre 1.40 g/m²–14.9 g/m² y representa menos del 1% de la biomasa total (Gordon y Feo, 2007). En semilla de pastos silvestres de origen africano como Buffel *Cenchrus ciliaris* L. (Lam) y Rhodes *Chloris gayana* (Kunth) se ha reportado amplia latencia posterior a la cosecha y, a medida que avanza el tiempo de almacenamiento (más de 12 meses), la germinación se incrementa, fenómeno descrito como “capacitación de semilla” (Martínez *et al.*, 2015). Diversos tratamientos químicos para romper latencia se han estudiado en *Sorghastrum nutans* (Bush *et al* 2000), con concentraciones de AG₃ y KNO₃ y Torres y Oropeza (1985), en Azuche, con H₂SO₄, KNO₃ y AG₃ y todos señalan mayores porcentajes de germinación con la aplicación de tratamientos químicos después de cuatro meses de cosecha. El objetivo del estudio caracterizar la semilla de ocho ecotipos de semilla de pasto *H. Amplexicaulis* de dos ciclos de producción, así como evaluar germinación posterior a tratamientos físicos (envejecimiento acelerado y agua caliente) y químicos (KNO₃ al 0.2%, y AG₃ al 1%).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Análisis de Semillas del *Campus* Montecillo del Colegio de Posgraduados de octubre a diciembre 2014. Se cosechó semilla de Azuche, ecotipos recolectados y originarios de ocho sitios del trópico mexicano, en 2012 y mantenidos en vivero de conservación (sitio de cosecha), en el CE “La Huerta”, Jalisco, México. Se cosechó semilla en octubre 2013 y en octubre 2014. Posterior a la cosecha de cada sitio, en el Campo Experimental “La Huerta” de INIFAP, se cubrieron las semillas con material vegetativo de la misma especie de pasto y se sudó durante 90 horas; posteriormente, se obtuvieron carióspsides al sacudir inflorescencias y se colocaron a temperatura ambiente en bolsas de papel a la sombra con flujo ligero de aire. El CE “La

Huerta” tiene clima cálido con lluvias en verano (Aw₁; García, 1981) suelo Feozem háplico y pH de 6. La semilla se conservó un año y un mes en condiciones sombreadas y secas del trópico Aw₁. Una vez en el laboratorio, por ecotipo y año de cosecha, se determinó humedad (%); posteriormente, se colocó la semilla en recipientes plásticos con tapa, a la sombra y temperatura de laboratorio. Se determinó por año de cosecha y ecotipo: peso de mil semillas, peso volumétrico y viabilidad con tetrazolio (0.1%). Una vez conocida la viabilidad se sembró en base a semilla pura viable en las pruebas de germinación (testigo), prueba de envejecimiento acelerado y tratamientos con KNO₃ al 0.2%, AG₃ al 1% y agua caliente. Las variables evaluadas para cada año de cosecha fueron (1) contenido de humedad, (2) peso hectolítrico, (3) peso de 100 semillas, (4) viabilidad, (5) germinación, (6) envejecimiento acelerado, (7) aplicación de KNO₃, (8) GA₃ y (9) agua caliente.

- 1. Contenido de humedad.** Se pesaron 3 g de semilla por ecotipo con dos repeticiones y se colocaron en recipiente metálico con tapa; los cuales, se introdujeron a estufa durante 2 h a 130°C y se pesaron. El contenido de humedad se determinó por diferencia de peso.
- 2. Peso de 1000 semillas.** Por año y ecotipo ésta actividad se realizó en 16 repeticiones de 100 semillas cada una y el promedio se multiplicó por 10 para representar el peso de 1000 semillas.
- 3. Viabilidad.** Se realizó por año de cosecha y ecotipo en cuatro repeticiones de 100 semillas, las cuales previamente se embebieron durante 12 h y después los cortes longitudinales sumergidos se expusieron a la acción del tetrazolio (0.1%) durante 12 horas y después con ayuda de un microscopio estereoscópico se registraron de acuerdo a la tinción, rojo intenso a rosa fuerte, viables, rosa

pálido a incoloras, no viables (ISTA, 1996).

4. **Envejecimiento acelerado.** Se agregaron 100 ml de agua destilada en cajas plásticas y se les colocó malla de alambre (<0.1 mm) a 1.5 cm por arriba del nivel del agua (Rincón y Molina, 1990). Sobre ésta, se distribuyó uniformemente a 100 semillas en cuatro repeticiones de modo que se expusieran al estrés de HR. Las cajas se sellaron con cinta adhesiva de modo que se tuviera 100% de HR y se introdujeron en estufa, a 40°C, durante 72 h.
5. **Aplicación de KNO₃ al 0.2%.** La solución se preparó al disolver 2g de KNO₃ en 1000 ml de agua destilada y se adicionó al papel filtro en cajas plásticas transparentes con flujo ligero de aire en cuatro repeticiones de 100.
6. **Aplicación de AG₃ al 1%.** Se disolvió 1 g de AG₃ en 1000 ml de agua destilada y se aplicaron 20 ml de la solución preparada sobre papel filtro y después se colocaron cuatro repeticiones de 100 semillas por año de cosecha y ecotipo.
7. **Aplicación de agua caliente.** Se contabilizaron cuatro repeticiones de 100 semillas por año de cosecha y ecotipo y se colocaron en vaso de precipitado con 250 ml de agua destilada a temperatura constante a 80 °C, por 3 min.

Para la germinación de los diferentes tratamientos, se usaron cajas transparentes de plástico con flujo ligero de aire, se colocó papel filtro y se adicionó agua destilada en

caso de testigo, EA y agua caliente y en otros tratamientos AG₃ y KNO₃. Posteriormente, las cariósides se colocaron en cámara de ambiente controlado, las cuales estuvieron durante 24 días a 22°C con 24 horas luz. El conteo de plántulas normales fue a 10, 17 y 24 días después de siembra. Para analizar la información se usó un diseño completamente al azar con GLM de SAS (2009) y prueba de Tukey para separación de medias ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS.

No se observaron diferencias en **contenido de humedad** en semilla de Azuche entre ecotipos paralotes 2013 y 2014 ($P > 0.05$; Cuadro 1); sin embargo, el peso de cariósides cosechadas en 2013 fue mayor en comparación a 2014 ($P < 0.05$). El **peso de mil semillas** mostró diferencias entre ecotipos ($P < 0.05$) y los ecotipos uno cuatro y nueve presentaron mayor peso en ambos años de cosecha y, en promedio en 2013, mostraron mayor peso de cariósides, en comparación a 2014. En peso volumétrico se observaron diferencias y el ecotipo nueve mostró consistencia como el de mayor peso ($P < 0.05$). La **viabilidad en semilla** de 2013 fue de 64%; sin embargo se observaron dos materiales con ésta muy baja: 12%, ecotipo 28 y 45%, ecotipo 13; ambos ecotipos mostraron valores de peso de semilla bajos, lo que puede influir en su viabilidad y vigor en el tiempo. La semilla cosechada en 2014 mostró 80% de viabilidad en promedio y el valor más bajo fue de 65 y 66% para los genotipos cuatro y 28, respectivamente.

Cuadro 1. Caracterización inicial de semilla de Azuche.

| Ecotipo | Humedad (%) | | Peso de 1000 semillas | | Peso volumétrico | |
|----------|-------------|-------|-----------------------|---------|------------------|-----------|
| | 2013 | 2014 | 2013 | 2014 | 2013 | 2014 |
| 1 | 8.4a | 4.8a | 0.26 b | 0.26a | 0.0116 c | 0.0064 f |
| 4 | 8.4 a | 5.2 a | 0.28 a | 0.26a | 0.0153 ab | 0.0108 cd |
| 9 | 9.2a | 7.2 a | 0.28 a | 0.26a | 0.0165 a | 0.0138 a |
| 13 | 7.6a | 6.3 a | 0.19 e | 0.19 c | 0.0086 d | 0.0083 e |
| 25 | 9.5a | 5.5 a | 0.21d | 0.21 c | 0.0157 a | 0.0117 b |
| 26 | 9.7a | 5.8 a | 0.23 c | 0.23 b | 0.0152 ab | 0.0132 a |
| 27 | 9.0a | 6.3 a | 0.19 e | 0.20 c | 0.0142 b | 0.0112 bc |
| 28 | 8.7a | 6.5a | 0.15 f | 0.15 d | 0.0164 a | 0.0105 d |
| Promedio | 8.8A | 6.0B | 0.224 A | 0.219 B | 0.0142 A | 0.0107 B |

Literales minúsculas corresponden a columnas y mayúsculas a hileras. Literales distintas = $P < 0.05$.

Envejecimiento acelerado (EA). En el primer y segundo año de cosecha de Azuche (Cuadro 2; Cuadro 3) no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$); sin embargo, la aplicación de estrés a semillas resultó en la reducción de germinación de plántulas normales, en comparación al testigo ($P < 0.01$; 47.5 vs. 23.2; año 2013) y ($P < 0.01$; 32.7 vs. 21.2%; año 2014), respectivamente. La germinación posterior a EA no fue diferente entre 2013 y 2014 ($P > 0.05$; 21.2 vs. 23.2).

Aplicación de KNO_3 al 2%. La germinación de plántulas normales en el primer año en el testigo no hubo diferencias entre ecotipos ($P > 0.05$; Cuadro 2; Cuadro 3); sin embargo, al aplicar KNO_3 , se incrementó la germinación ($P < 0.001$) y los ecotipos cuatro y nueve respondieron en mejor manera (62.5 y 58%), respectivamente. En el segundo año, se observaron diferencias en germinación tanto en el testigo como al aplicar KNO_3 ($P < 0.001$) y los ecotipos cuatro y nueve respondieron en mejor manera a la aplicación de KNO_3 (70 y 65%). La germinación al aplicar KNO_3 en 2013 y 2014 fue diferente y aquella del segundo año fue mayor respecto al primero ($P < 0.001$; 53.2 vs. 40.8%).

Aplicación de AG_3 al 1%. La germinación de plántulas normales en el primer año en el

testigo no mostró diferencias entre ecotipos ($P > 0.05$; Cuadro 2; Cuadro 3); sin embargo, al aplicar AG_3 la germinación fue diferente ($P < 0.001$) y los ecotipos uno, cuatro, 13, 26, nueve y 25 fueron superiores a la observada para los ecotipos 28 y 27. En la germinación del segundo año de cosecha se observaron diferencias tanto en el testigo como en el tratamiento con AG_3 ($P < 0.001$) y el ecotipo cuatro mostró la mayor germinación con AG_3 (70%). La germinación promedio de ecotipos en 2013 (35.4%) fue menor en comparación a 2014 ($P < 0.001$; 46%).

Aplicación de agua caliente. No se observaron diferencias significativas entre ecotipos y año ($P > 0.05$; Cuadro 2 y 3) y la germinación fue menor en comparación al testigo ($P < 0.001$) para los dos años de cosecha. La germinación de plántulas normales del segundo año fue mayor en comparación al primero (20.6 vs 14%).

Cuadro 2. Germinación de plántulas normales de pasto Azuche (*Hymenache amplexicaulis*) en el primer año de cosecha (2013), en laboratorio.

| Ecotipo | Testigo | Envejecimiento acelerado | KNO ₃ | AG ₃ | Agua caliente |
|---------|---------|--------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| 1 | 37.5 a | 27.5 a | 54.5 ab | 44.0 a | 14.3 ab |
| 4 | 38.5 a | 22.8 a | 62.5 a | 41.0 ab | 6.0 b |
| 9 | 39.8 a | 28.5 a | 58.0 a | 37.5 abc | 17.3 a |
| 13 | 36.3 a | 21.0 a | 48.3 ab | 38.3 abc | 16.8 a |
| 25 | 26.3 a | 18.3 a | 38.5 b | 33.8 abc | 16.8 a |
| 26 | 30.3 a | 19.8 a | 36.5 b | 37.3 abc | 15.8 a |
| 27 | 26.5 a | 16.5 a | 36.3 b | 24.8 c | 12.8 ab |
| 28 | 26.3 a | 15.3 a | 38.0 b | 26.5 bc | 13.3 ab |
| Prom. | 32.7 B | 21.2 C | 46.6 A | 35.4 B | 14.1 D |

Literales minúsculas corresponden a columnas y mayúsculas a hileras. Literales diferentes = P<0.05.

Cuadro 3. Germinación de plántulas normales de pasto Azuche (*Hymenache amplexicaulis*) en el primer año de cosecha (2014), en laboratorio.

| Ecotipo | Testigo | Envejecimiento acelerado | KNO ₃ | AG ₃ | Agua caliente |
|---------|---------|--------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| 1 | 59.3 a | 25.5 a | 54.5 abc | 51.5 a | 22.8 a |
| 4 | 57.0 a | 22.5 a | 70.0 a | 44.3 a | 21.3 a |
| 9 | 51.8 ab | 27.5 a | 65.3 ab | 43.3 a | 20.0 a |
| 13 | 51.8 ab | 22.5 a | 46.3 c | 52.5 a | 20.3 a |
| 25 | 52.5 ab | 25.8 a | 54.0 abc | 40.8 a | 19.8 a |
| 26 | 38.8 bc | 23.0 a | 52.3 abc | 48.3 a | 15.8 a |
| 27 | 32.8 c | 19.3 a | 38.8 c | 45.0 a | 26.8 a |
| 28 | 36.3 bc | 19.5 a | 49.5 bc | 47.3 a | 18.0 a |
| Prom. | 47.5 B | 23.2 C | 53.8 A | 46.6 B | 20.6 C |

Literales minúsculas corresponden a columnas y mayúsculas a hileras. Literales diferentes = P<0.05.

DISCUSIÓN

La humedad con la cual las semillas de pasto Azuche fue baja, el rango idóneo de almacenamiento es de 11 a 12% (Hernández, 2015), lo que probablemente afectó el comportamiento de la germinación en la aplicación de los diferentes tratamientos para mejorar la germinación. La germinación posterior a EA fue menor en comparación al testigo para todos los ecotipos; 72 horas de EA resultó demasiado tiempo para esta especie, ya que posterior a 12 y 24 horas de EA en Buffel y Rhodes, la germinación es visible a 12 horas (Hernández *et al.*, 2015); similarmente, el resultado fue mayor en comparación al testigo. La aplicación de

KNO₃ y AG₃ tanto en 2013 como 2014 resultó en incremento de la germinación; lo anterior, coincide con Torres y Oropeza (1985) en Azuche, donde el testigo tuvo 7%; con KNO₃, 71% y, con AG₃, 25%. Por otro lado Allart *et al.* (2008), al aplicar KNO₃ observó incrementos en la germinación de *Digitaria sanguinalis* en 40 unidades porcentuales respecto al testigo y Bush *et al.* (2000), en *Axonopus affinis* y *Eremochloa ophiuroides* aplicaron KNO₃ a diferentes concentraciones (1, 2, 3 y 4%) y en *A. affinis* no encontraron diferencias significativas en germinación entre tratamientos pero si hubo diferencias en comparación al testigo (96.6 vs 88%) y en *E. ophiuroides* no encontraron

diferencias con el testigo (36 vs 34%). Así mismo Watkinson y Pill (1998), en *Sorghastrum nutans* aplicaron AG₃ al 1% e indican un incremento en la germinación de 50%; por tanto, la aplicación de esta hormona en pastos recién cosechados y/o con un periodo de capacitación en almacenamiento, es significativo.

CONCLUSIONES

Un kg de pasto Azuche contiene 4.4 millones de semillas. La germinación de semillas de Azuche fue menor a mayor tiempo de almacenamiento en el trópico; sin embargo, si no existen mejores condiciones de almacenamiento, se pueden establecer praderas con semilla en la segunda temporada de lluvias post-cosecha. El uso de AG₃ y KNO₃ incrementa la germinación tanto para semillas recién cosechadas como en los 12 meses de almacenamiento en el trópico. Seguramente existe un periodo de almacenamiento post-cosecha que capacita la germinación de la semilla; por tanto, resta continuar con la caracterización del comportamiento de la germinación de la semilla de esta especie durante su almacenamiento y determinar los efectos de beneficio (eliminación de brácteas accesorias de la cariósida) y su mejor manejo para el establecimiento de praderas en zonas bajas inundables del trópico y/o en áreas donde se disponga de riego durante la época de sequía en el trópico.

LITERATURA CITADA

Allart, M., Verdú, A.M.C., Mas, M.T., 2008. Dormancy breaking in *Digitaria sanguinalis* seeds: the role of the caryopsis covering structures. *Seed Science and Technology*, 36: 259-270.

Bush E. W., Wilson P., Shepard D. P., McClure G. 2000. Enhancement of Seed Germination in Common Carpetgrass and

Centipede grass Seed. *HortScience* 35(4):769-770.

Enríquez Q. F. J., Hernández G. A., Quero C. A. R. y Martínez M. D. 2015. Producción y manejo de gramíneas tropicales para pastoreo en zonas inundables. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. INIFAP-Colegio de Postgraduados. Folleto Técnico. 60 p.

García E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4^a ed D.F México: Universidad Nacional Autónoma de México, México 217p.

Gordon E. y Feo Y. 2007. Dinámica de crecimiento de *Hymenachne amplexicaulis* en un humedal herbáceo en el Estado Miranda, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 30 (1): 1-18. 2007.

Hernández G. F. J. 2013. Estrategias para establecer praderas de temporal en zonas semiáridas de México. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados. 161 p.

Hernández-Guzmán, F.J., Quero-Carrillo A. R., Pérez-Rodríguez, P., Velázquez-Martínez, M. y García-de los Santos, G. 2015. Germinación y emergencia de propágulos de pasto, en respuesta a pruebas de vigor. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* Publicación en septiembre 2015.

International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Tech.* 24 (suppl): 243p.

Martínez V. M., Hernández G. F. J., Cervantes B. J. F., Gámez V. H. G. 2015. Establecimiento de pastos nativos e introducidos en zonas semiáridas de México. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental San

Luis, San Luis Potosí. Folleto para productores 36 p.

Rincon F. y Molina J. 1990. Efecto del método de envejecimiento artificial sobre la germinación de semillas de maíz. Revista Agronomía Mesoamericana 1: 51-53.

StatisticalAnalysisSystem (SAS). SAS Institute Inc. 2009. SAS/STAT® 9.3.1 User's Guide. Cary, NC. 906p.

Torres R. y Oropeza H. 1985. Estudio de pureza y calidad de la semilla de los pastos lambedora (*Leersia hexandra*) y paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*) bajo condiciones de sabana modulada. Zootecnia Tropical 3(1-2): 49-62.

Watkinson J. L. y Pill W. G. 1998. Giberellic acid and presowing chilling increase seed germination of indian grass (*Sorghastrum nutans* L. Nash.) HortScience 33: 849-851.

CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA Y NUTRICIONAL DEL ZACATÓN ALCALINO (*Sporobolus airoides*) EN REGIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS

BROMATOLOGICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF ALKALI SACATON (*Sporobolus airoides*) IN ARID REGIONS OF ZACATECAS STATE

Carlos Virgilio Favela-Pérez¹, Alberto Muro-Reyes¹, Manuel Murillo-Ortiz², Francisco J. Gutiérrez-Piña¹, Ricardo A. Sánchez-Gutiérrez³, Alejandro Espinoza-Canales¹ y Héctor Gutiérrez-Bañuelos^{1*}

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas. Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo km 31.5, 98500 Calera de V. R. Zacatecas, México. *gtzbahector@hotmail.com. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-El Mezquital km 11.5 Durango, Dgo. México. ³Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R. Zacatecas, México.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue determinar el perfil bromatológico y la calidad nutricional del pasto *Sporobolus airoides* en regiones semiáridas del estado de Zacatecas. Se tomaron mediciones métricas de la planta, que incluyen altura de la planta y altura del forraje. Se realizó la caracterización bromatológica usando técnicas del AOAC y análisis de fibras detergentes de Van Soest usando el equipo Ankom. Además se calcularon las energías. Se realizó una comparación para las variables entre medias mínimas cuadráticas usando como efecto mayor la estación del año (verano, otoño e invierno), y se usó la prueba de poder Tukey para medir variación. Los resultados mostraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en PC (%) promediando 7.42, 8.92, 6.79 y para FAD (%) 53.7, 64.82, 63.7, pero sin diferencias ($P > 0.05$) en FND (%) 72.02, 72.88, 75.99, respectivamente para las estaciones de Verano, Otoño e Invierno. Los años de estudio se consideran atípicos por tener precipitaciones pluviales por arriba de la media y en algunos meses arriba del promedio histórico. Por lo que la altura de la planta y del forraje estuvo por encima del promedio registrado en muestreos de años anteriores. La caracterización nutricional del material vegetal en los agostaderos permite tomar mejores decisiones al momento de establecer programas de suplementación nutricional. Se concluye que el perfil nutricional del pasto lo ubica para satisfacer los requerimientos nutricionales de mantenimiento y moderadas tasas de ganancia.

Palabras clave; Forraje, pastos, estación del año, regiones semiáridas.

ABSTRACT

The aim of this research project was to evaluate the bromatological and nutritional profile of *Sporobolus airoides* grass within semiarid regions at Zacatecas state. Metric parameters were taken from the plant, including plant and forage height. Bromatological analysis was according to AOAC, and fiber detergent analysis according to Van Soest using Ankom technologies. Energies were predicted. Least square means were assessed using as a main effect year season (summer, autumn and winter), and tukey as a power test to assess differences. Results shown statistically differences ($P < 0.05$) on CP (%) averaging 7.41, 8.91 and 6.79, and ADF (%) 53.7, 64.8, and 63.7, but non differences ($P > 0.05$) in NDF (%) 72.0, 72.9, respectively for summer, autumn and winter. Years under research are considered uncommon because rain season are above mean within months or higher than the historical means. For that reason, plant and forage height was above registered mean in previous years. Nutritional characterization of herbage within grasslands allows taking better decisions when nutritional supplementation programs emerge. It is concluded that the nutritional profile of grass is enough to satisfy nutritional requirements for maintenance and moderate growth rates.

Key words.: Forage, grass, year season, semiarid regions.

INTRODUCCIÓN

En el Noreste de México los animales en pastoreo consumen una gran variedad de plantas, entre los que destacan por su número, los zacates nativos (Ramírez, 1993). Aunque algunos de ellos son consumidos ávidamente por los rumiantes, ya que producen mayor cantidad de forraje que otros grupos de plantas, pocos estudios evalúan su calidad nutritiva y, por lo tanto, se desconoce en parte su contribución nutricional en la dieta de animales en pastoreo (Gonzalo, 2001). Después del matorral xerófito, el pastizal es el tipo de vegetación con mayor porcentaje de superficie estatal (19 %) y se encuentra principalmente distribuido en el altiplano del Estado, donde la especie ganadera más importante es la bovina (UNAM, 1993).

Las regiones áridas son grandes ambientes naturales cuyo uso principal es el pastoreo de ganado doméstico. Cualquier decisión acerca de la utilización y manejo de estas regiones, debe estar basado en el conocimiento de la distribución temporal y espacial de la producción primaria (Hobbs, 1995 y Bork, 1999). Los pastizales son recursos naturales que el hombre no ha sabido explotar apropiadamente; como consecuencia, es frecuente que de estos se obtengan bajos niveles productivos, pérdidas de cobertura vegetal, de la diversidad vegetal, de agua y de suelo debido a la sobre utilización vía pastoreo (Serna *et al.*, 2004 y Gutiérrez, 2005). El deterioro en la mayoría de las comunidades vegetales, ha ocasionado una baja en la productividad de los animales que en ella subsisten, por lo que se hace necesario una mejor utilización de los recursos naturales, usando la clase de animal apropiada para los diferentes sitios ecológicos presentes, logrando así la conservación y/o mejoramiento del agostadero (Giner *et al.*, 2011). El zacatón alcalino es un habitante común de los pastizales, potreros y

matorrales del norte-centro del país. Aunque se ha reportado su crecimiento en sitios donde hay agua, por lo menos temporalmente (Martínez, 1979), es bien conocido por su crecimiento en ecosistemas con gran aridez, los nombres comunes son Cresta de gallo, zacate de agua, y zacatón alcalino. Según Peterson *et al.* (2003) y Rzedowski y Rzedowski, (2001), el hábito y forma de vida del pasto son: hierba perenne, robusta, forma macollos. Generalmente tallos numerosos, sin pelillos; las hojasson alternas, la mayoría basales, dispuestas en 2 hileras sobre el tallo, con las venas paralelas, divididas en 2 porciones, la inferior llamada vaina que envuelve al tallo con sus márgenes sobrepuesto. Es un pasto de calidad regular para ganado bovino y caprino, y de calidad mala para ovejas y animales silvestres. Se utiliza para el control de erosión y la recuperación de suelos degradados, sobre todo alcalinos. También es prometedor para la fitoremediación en suelos con algunos metales pesados y otros desechos (Johnson, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron muestras de *Sporobolus aeroides* obtenidas del semi-desierto Zacatecano en el municipio de Villa de Cos en una comunidad localizada en las coordenadas 23°37' latitud norte y 102°11' de longitud oeste, a una altura de 2020 msnm, con una temperatura media de 16° C, y una precipitación pluvial de 400mm. Se recolectaron un total de 120 muestras de una superficie de 64 ha de agostadero. El muestreo se realizó en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre del 2014 y los meses de febrero y abril del 2015.

La evaluación bromatológica se realizó siguiendo los procedimientos de la AOAC, obteniéndose la materia seca (MS%) y cenizas (%), y mediante combustión usando

un equipo Leco modelo FP-528 se obtuvo la proteína cruda. Se realizó un análisis de fibras detergentes de Van Soest (Galyean, 1997) mediante un analizador de fibras de Ankom^{200/220} Technologies para calcular fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA).

Las ecuaciones que se usaron para predecir las energías fueron NEI y NEm = $1.037 - 0.0124 \times \text{ADF}$; NEg = $[2.54 - (2.42/(\text{NEm} \times 2.2))]/2.2$ (Missouri, 2015).

Análisis Estadístico

Mediante un análisis de medias repetidas se obtuvieron comparaciones de medias mínimas cuadráticas, usando como efecto principal la estación del año (verano, otoño e invierno), además se empleó la prueba de poder Tukey para asegurar las diferencias, lo anterior usando PROC MIXED de SAS. Las variables incluían los perfiles bromatológicos (% materia seca, cenizas, proteína cruda, FND y FAD) y nutricionales (ENI, ENm, ENg y TDN), además de las medidas métricas del pasto (altura de la planta y altura del forraje).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan las medias (LSM) de las variables comparadas por estación del año. Los requerimientos nutricionales de PC (%) obtenidos en el presente estudio son suficientes para el mantenimiento de los microorganismos ruminales, que se han calculado en 7%, además que éstos valores permiten mantener tasas de consumo de materia seca sin disminución, ya que niveles de proteína del 6% o inferiores disminuyen el consumo voluntario de forraje drásticamente (Van Soest, 2001). Los promedios obtenidos de PC están por arriba de algunos promedios reportados para éste pasto, sobre todo en los meses de otoño e invierno, en donde se han

encontrado valores inferiores de 4 o 5%. Lo anterior se debió en parte a las continuas precipitaciones pluviales registradas durante los meses de muestreos. La FND y FAD se reportan con valores elevados, lo que disminuye la cantidad de NDTy los valores de energías, sin embargo en algunos agostaderos éste pasto puede representar más del 80% de las gramíneas presentes. Además, se ha reportado un incremento del zacatón alcalino a expensas del zacate navajita, sobre todo después de periodos de sequía donde se vuelve altamente dominante (Rondeauet *al.*, 2013). El zacatón alcalino destaca por su grado de crecimiento, adaptabilidad y bajos requerimientos hídricos. Generalmente en el otoño y el invierno se presenta una disminución del perfil nutricional de los pastos, incluyendo el zacatón alcalino, sin embargo la cantidad de lluvia presente y su distribución durante los meses de muestreo generó cambios en el perfil nutricional de la planta. Se observaron incrementos en la altura de la planta y del forraje por arriba de lo registrado en años anteriores, donde se presentó una sequía atípica (datos no publicados). Aunque el crecimiento vegetativo también ha estado relacionado a la competencia por otras plantas, especialmente aquellas invasoras (Bergumet *al.*, 2012).

Cabe destacar que la cantidad de fibra ácido detergente se encuentra por encima del 50% en cualquier época del año, lo que incrementa drásticamente su potencial lignificación, y por consiguiente una baja disponibilidad de energía. Coloquialmente se conoce al pasto por su capacidad de desgastar la dentadura de los animales, lo cual está relacionada en parte por la gran cantidad de lignina de la planta. Dado que el presente estudio se realizó en un periodo extraordinario de precipitación pluvial, donde el promedio mensual de lluvias está por encima de la media e incluso en algunos meses por arriba del promedio histórico, la información recolectada es de

gran utilidad para establecer el potencial productivo y forrajero bajo condiciones atípicas.

CONCLUSIONES

Los valores de proteína de la planta son suficientes para el mantenimiento de los animales y moderadas tasas de ganancia. La fibra ácido detergente se encuentra arriba del 50% en cualquier época del año, lo que disminuye la cantidad de energía disponible y la digestibilidad del pasto para el ganado.

La caracterización del pasto llevada a cabo en el presente trabajo es bajo condiciones atípicas de lluvia, lo que nos permite evaluar su potencial productivo y forrajero. Se necesita continuar monitoreando el perfil bromatológico y nutricional del pasto con el objetivo de establecer mejores decisiones en la suplementación nutricional del ganado en agostadero donde éste pasto se encuentra predominante.

Cuadro 1. Evaluación bromatológica y nutricional del zacatón Alcalino (*Sporobolus aeroides*) bajo condiciones semiáridas en el estado de Zacatecas.

| Variables | Estación | | | EEM | P |
|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----|---------|
| | Verano | Otoño | Invierno | | |
| Altura Planta, cm | 78 | 84.5 | 81.3 | 7.5 | 0.65 |
| Altura Forraje, cm | 49.6 | 50.1 | 43.3 | 5.7 | 0.43 |
| MS, % | 55.4 | 50.5 | 48.9 | 5.9 | 0.57 |
| Cenizas, % | 11.2 ^a | 10.5 ^a | 7.10 ^b | 0.8 | < 0.001 |
| PC, % | 7.42 ^{ab} | 8.92 ^a | 6.79 ^b | 0.7 | 0.004 |
| FND, % | 72.02 | 72.88 | 75.99 | 1.7 | 0.08 |
| FAD, % | 53.7 ^a | 64.82 ^b | 63.7 ^b | 2.5 | <0.001 |
| NEI y NEm, Mcal/kg | 0.37 ^a | 0.23 ^b | 0.25 ^b | 0.1 | < 0.001 |
| NEg, Mcal/kg | -0.32 ^a | -1.24 ^b | 1.86 ^b | 0.3 | < 0.001 |
| NDT, % | 39.9 ^a | 28.1 ^b | 24.2 ^b | 2.7 | < 0.001 |

^{ab}Valores con diferente superíndice dentro de cada variable difieren usando como prueba de poder Tukey (P<0.05).

LITERATURA CITADA

- Bergum, K. E.; Hild, A. L.; Meador, B. A. 2012. Phenotypes of two generations of *Sporobolus aeroides* seedlings derived from *acroptilonrepens*-invaded and non-invaded grass populations. *Restoration Ecology* 20 (2): 227-233.
- Bork, E.W.; Werner, S.J. 1999. Viewpoint: Implications of spatial variability for estimating forage use. *J Range Management* (52):151-156.
- Galyean, M. L. 1997. *Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research*, Texas Tech University, Lubbock.
- Giner, A. R.; Fierro L. C.; and Negrete L. F. 2011. Analisis de la problemática de la sequia 2011-2012 y sus efectos en la ganadería y agricultura temporal. CONAZA-SAGARPA: 12.
- Gonzalo-Ramirez, R.; Enriquez-Martell, A.; Lozano-González, F. 2001. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del Zacate Buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *Ciencia UANL / Vol. IV, No. 3, Julio-Septiembre 2001*.
- Gutiérrez, L. R. 2005. Salud y condición del pastizal. En: II Simposio Internacional de manejo de pastizales. *Memorias del taller*

- para técnicos "Inventario de pastizales". Zacatecas, Zac.:1-21.
- Hobbs, T. 1995. The use of NOAA-AVHRR NDVI data to assess herbage production in the arid rangelands of Central Australia. *Int J Remote Sensing*(16):1289-1302.
- Johnson, K. A. 2000. *Sporobolusairoides*. In: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer). Available: <http://www.fs.fed.us/database/feis/> [2013, November 14].
- Martínez, M., 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Missouri, 2015. Using NDF and ADF to balance diets. Accesado el 18 de mayo del 2015. <http://extension.missouri.edu/p/G3161>
- Peterson, P. M.; Hatch, S. L.; Weakley, A. S., 2003. *Sporobolus*. En: Flora of North America Editorial Committee (eds.). Flora of North America. North of Mexico. Vol. 25. Oxford University Press. New York, New York.
- Ramírez, R.G.; Saucedo, J.G.; Narro, J.A.; Aranda, J. 1993. Preference indices for forage species grazed by Spanish goats on a semiarid shrubland in Mexico. *J. Appl. Anim. Res* 3:55-66
- Rondeau, R. J.; Pearson, K. T.; Kelso, S. 2013. Vegetation response in a Colorado grassland-shrub community to extreme drought: 1999-2010. *American Midland Naturalist* 170 (1), 14-25.
- Rzedowski, G. C.; Rzedowski, J. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Serna, P.A.; Rubio, A.F.A.; Echavarría, C.F.G. 2004. Áreas de exclusión; una opción para la rehabilitación y conservación de los pastizales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Campo Experimental Zacatecas. (Folleto para Productores No. 27).
- UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Cartas del inventario forestal escala 1:250,000. 1993.
- Van Soest. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. 2nd Edition.

COMPOSICIÓN BOTÁNICA EN LA DIETA DE BOVINOS PASTOREANDO UN ÁREA INVADIDA POR ZACATE ROSADO [*Melinis repens* (Willd.) Zizka]

BOTANICAL COMPOSITION OF CATTLE DIET IN AN AREA INVADDED WITH NATALGRASS [*Melinisrepens* (Willd.) Zizka]

Obed Gabriel Gutiérrez Gutiérrez¹, Carlos Raúl Morales Nieto², Cristina Elizabeth Vélez Sánchez- Verin², Oscar Ruíz Barrera², Juan Ángel Ortega Gutiérrez² y Jorge Palacio Núñez³

¹Estudiante de Posgrado. UACH- Facultad de Zootecnia y Ecología. Km 1 Periférico R. Almada. Chihuahua, Chih. Méx. ²Facultad de Zootecnia y Ecología -UACH, ³Colegio de Posgraduados, Campus San Luis, Potosí.

RESUMEN

Se evaluó la composición botánica y valor nutricional en la dieta de ganado bovino en áreas invadidas por zacate rosado [*Melinis repens* (Willd.) Zizka]. La investigación se realizó en el Rancho Salinas, municipio de Satevó, Chihuahua, en un pastizal amacollado arbosufrutecente, invadido con un 87.5 % de zacate rosado. La composición botánica del área se determinó por el método de línea de puntos. Los muestreos se realizaron de agosto del 2013 a febrero de 2014 y se utilizaron dos vaquillas fistuladas del esófago de la craza Hereford-Angus de 350 ± 5 kg. Se determinó la composición botánica de la dieta (Técnica Microhistológica) y el valor nutricional. Los datos fueron analizados mediante el programa SAS. El rendimiento promedio disponible fue de 1279 kg MS ha⁻¹. En promedio, la dieta seleccionada por el ganado bovino estuvo compuesta por 74 % de gramíneas, 19 % de arbustivas y 7 % de herbáceas. Los mayores índices de preferencia fueron para *Aristida divaricata* (12.63) y *Croton pottsii* (12.95), durante la etapa de crecimiento y el menor índice fue para zacate rosado (0.50 a 0.61). El mayor contenido de proteína cruda (PC) se observó durante las etapas de crecimiento (13.23 ± 1.10 %) y floración (10.71 ± 1.10 %). La mejor calidad de la dieta se presentó en las etapas de crecimiento y floración, compuesta principalmente por zacate rosado en las cuatro etapas.

Palabras Clave: Composición botánica, especies invasoras, índice de preferencia, técnica microhistológica.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the botanical composition and nutritional value in the cattle diet grazing invaded an area of natalgrass [*Melinis repens* (Willd.) Zizka]. The experiments were conducted in Salinas Ranch, municipality of 'Satevó', Chihuahua, in brush grasslands with 87.5 % of natalgrass. The botanical composition of the area was determined by the method of the line-point intercept. Sampling was conducted from August 2013 to February 2014. Two esophageal fistulated animals of the cross Hereford-Angus (350 ± 5 kg) were used. The botanical composition (microhistological technique) and the nutritional value of the diet were determined. Data were analyzed using the software SAS. The average yield was 1279 kg DM ha⁻¹. On average, the diet selected by the cattle consisted of 74 % grass, 19 % of shrub and 7 % herbaceous. The highest preference indexes were for *Aristida divaricata* (12.63) and *Croton pottsii* (12.95) during the growth stage, while the least preferred species was natalgrass (0.50 to 0.61). The higher content of crude protein (CP) was observed during the stages of growth (13.23 ± 1.10 %) and flowering (10.71 ± 1.10 %). In the same stages the best of growth and flowering the best quality of the diet was observed and was mainly composed of natalgrass in four stages.

Keywords: Botanical composition, invasive species, preference index, micro histological technique.

INTRODUCCIÓN

Extensas áreas de pastoreo en el estado de Chihuahua, han sufrido un cambio en su estructura debido a la introducción e invasión de especies no nativas que están provocando impacto ecológico como pérdida de especies y poblaciones nativas y degradación de ecosistemas pastoriles (PACP-Ch, 2011; Melgoza *et al.*, 2014). En la década de los 80's se realizaron estudios de consumo voluntario, calidad de dieta y características nutricionales en pastizales medianos abiertos y arbosufrutescentes del estado de Chihuahua; sin embargo, los estudios se ubicaron en áreas de la región centro-norte y en épocas donde los procesos de invasión del zacate rosado (*Melinis repens*) estaban en una etapa incipiente o no se encontraba aún (Chávez *et al.*, 1981; Chávez *et al.*, 1988; Luna y Chávez, 1990).

El zacate rosado es una especie invasora de la cual no se conoce el grado de preferencia de los animales en pastoreo. Este zacate nativo de África se ha extendido en los últimos 30 años a lo largo del territorio Mexicano (Melgoza *et al.*, 2014), donde se adapta rápidamente, desplaza especies nativas de importancia ganadera, ecológica y económica (Villaseñor y Espinosa, 1998).

El éxito de las especies invasoras en pastizales es debido a diversos factores como: menor gustosidad que las especies nativas, aprovechan mejor los recursos y presentan altas tasas de reproducción (Flores, 2013; Melgoza *et al.*, 2014). De ahí la importancia de saber cuál es la preferencia del ganado por esta especie. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición botánica y el índice de preferencia en la dieta de ganado bovino pastoreando un área invadida por zacate rosado en el estado de Chihuahua.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Rancho "Salinas", ubicado en el municipio de Satevó, Chihuahua. El área está localizada a 27° 57' 00" N y 106° 07' 00" O y una altitud de 1540 msnm. Cuenta con temperatura media máxima anual de 27 °C, media mínima anual de 9.3 °C, media anual de 18.1 °C y precipitación promedio anual de 450 mm (Medina *et al.*, 2006). El área de estudio tiene una superficie de 300 ha y utiliza una carga animal de 60-70 cabezas de ganado, correspondiente a un coeficiente de agostadero de 5.5 ha por unidad animal (UA). El tipo de ganado que se maneja en el sistema de explotación vaca-cría es Charolais, Brangus, Angus, Hereford y una cruce entre estas.

Para la colecta de muestras de la dieta del ganado, se establecieron cuatro períodos (agosto de 2013 a febrero de 2014), correspondientes a las etapas fenológicas de las gramíneas presentes en el área. El primer muestreo se realizó en agosto durante la etapa de crecimiento. El segundo muestreo correspondiente durante octubre. La etapa de madurez se realizó durante diciembre y la etapa de latencia se realizó en febrero del 2014. Para estos muestreos se utilizaron dos vaquillas fistuladas del esófago (marca Bar Diamond) con un peso promedio de 350 ± 5 kg de la cruce Hereford y Angus (Holechek y Vavra, 1981; Holechek *et al.*, 1982; Holechek y Vavra, 1983; Ellis *et al.*, 1984). La operación de animales se realizó cuatro meses antes de iniciar el muestreo y se dio un periodo de recuperación.

Composición botánica de la dieta. El trabajo de identificación se desarrolló en el laboratorio de Agua-Suelo-Planta del Colegio de Posgraduados (COLPOS), campus SLP. La identificación de los tejidos vegetales de las especies presentes en la dieta del ganado

bovino, se realizó mediante el uso de la Técnica Microhistológica propuesta por Peña y Habib (1980).

Índice de preferencia. Se estimó con la composición botánica de la dieta y la composición botánica del área, mediante el uso de la fórmula propuesta por Peña y Habib (1980).

$$IP = \frac{\text{Composición Botánica de la Dieta}}{\text{Composición Botánica del Área}}$$

Para realizar el análisis estadístico de la composición botánica de la dieta, se incluyó la categoría: gramíneas, herbáceas y arbustos. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza en un diseño completamente al azar ($\alpha = 0.05$), utilizando el programa SAS (2006). A los datos de índice de preferencia no se les aplicaron análisis estadístico al ser datos categóricos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La dieta promedio consumida durante el periodo de pastoreo de un área invadida con zacate rosado, estuvo constituido principalmente por gramíneas ($74.05 \pm 1.66\%$), durante las cuatro etapas fenológicas. Estos resultados son congruentes con lo reportado por Beck y Peek (2005), al señalar que las gramíneas son el alimento principal del ganado bovino.

Por su porcentaje de invasión una de las especies más consumidas durante el periodo de pastoreo fue el zacate rosado (64.72 hasta 86.96 %), con un 35.5 % del contenido total en la dieta durante la etapa de latencia comparado con las etapas de crecimiento, madurez y floración (26.6, 28.8 y 29.2 %, respectivamente). Estos porcentajes en la dieta mostraron diferencias ($P < 0.05$). La mayor predominancia del zacate rosado en la dieta durante la etapa de latencia, puede atribuirse a las precipitaciones ocurrientes en este periodo que favorecieron su rebrote

(Cuadro 1). Diversos estudios reportaron que la abundancia de una especie en un área determinada, puede tener influencia en la dieta consumida por animales en pastoreo (Launchbaugh *et al.*, 1990; Ralphs y Pfister, 1992).

Índice de Preferencia.- El zacate rosado fue la especie que presentó el menor índice de preferencia (0.50 hasta 0.62) durante las cuatro etapas fenológicas del pastizal, a pesar de la alta densidad de esta especie en el área de estudio. Sin embargo, otras especies como navajita morado (*Bouteloua chondrosioides*) presentó un índice de 24.52 (durante la etapa de madurez), seguida del zacate tres barbas abierto (*Aristida divaricata*) que presentó un índice de 12.63 (etapa de crecimiento), debido tal vez a la baja densidad de estas especies en el área de estudio (Launchbaugh *et al.*, 1990; Vásquez *et al.*, 2012).

La herbácea encinilla (*Croton pottsii*) presentó un índice de 12.92, lo cual indica una alta preferencia por el ganado. Además, la arbustiva que presentó el mayor índice de preferencia fue el mezquite (*Prosopis glandulosa*), siendo esta especie arbórea la más apetecida por el ganado durante la etapa de crecimiento (Cuadro 2). Esta información proporciona una mejor herramienta para conocer el potencial de uso por el ganado de estas áreas invadidas con especies no nativas o exóticas (Córdova *et al.*, 1978).

Cuadro 1. Composición botánica (%) de la dieta de ganado bovino en un área invadida con zacate rosado [*Melinis repens* (Willd.) Zizka]

| Especie | Etapa Fenológica | | | |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | Crecimiento | Floración | Madurez | Latencia |
| Gramíneas | 58.16 ± 1.66 ^a | 79.95 ± 1.66 ^b | 77.37 ± 1.66 ^b | 80.73 ± 1.66 ^b |
| <i>Aristida divaricata</i> | 4.81 ± 0.82 ^a | 5.01 ± 0.82 ^a | 4.63 ± 0.82 ^a | 3.17 ± 0.82 ^a |
| <i>Bothriochloa barbinodis</i> | 0.74 ± 0.64 ^a | 3.29 ± 0.64 ^b | 3.39 ± 0.64 ^b | 3.63 ± 0.64 ^b |
| <i>Bouteloua chondrosioides</i> | 4.06 ± 0.97 ^a | 4.96 ± 0.97 ^a | 6.02 ± 0.97 ^a | 4.97 ± 0.97 ^a |
| <i>Bouteloua curtipendula</i> | 8.84 ± 0.80 ^a | 10.13 ± 0.80 ^a | 11.19 ± 0.80 ^a | 11.12 ± 0.80 ^a |
| <i>Bouteloua gracilis</i> | 9.23 ± 1.02 ^a | 13.56 ± 1.02 ^b | 12.07 ± 1.02 ^{ab} | 10.87 ± 1.02 ^a |
| <i>Bouteloua hirsuta</i> | 2.37 ± 0.42 ^a | 4.24 ± 0.42 ^b | 3.85 ± 0.42 ^b | 4.08 ± 0.42 ^b |
| <i>Heteropogon contortus</i> | 0.35 ± 0.63 ^a | 2.85 ± 0.63 ^b | 3.01 ± 0.63 ^b | 2.37 ± 0.63 ^b |
| <i>Leptochloa dubia</i> | 0.36 ± 0.73 ^a | 3.73 ± 0.73 ^b | 2.58 ± 0.73 ^b | 2.71 ± 0.73 ^b |
| <i>Lycurus phleoides</i> | 0.71 ± 0.85 ^a | 2.87 ± 0.85 ^a | 1.77 ± 0.85 ^a | 2.29 ± 0.85 ^a |
| <i>Melinis repens</i> | 26.27 ± 2.02 ^a | 29.27 ± 2.02 ^a | 28.86 ± 2.02 ^a | 35.53 ± 2.02 ^b |
| Arbustivas | 28.89 ± 1.66 ^a | 14.51 ± 1.66 ^b | 17.90 ± 1.66 ^b | 15.08 ± 1.66 ^b |
| <i>Prosopis glandulosa</i> | 13.03 ± 1.12 ^a | 5.93 ± 1.12 ^b | 6.82 ± 1.12 ^b | 6.14 ± 1.12 ^b |
| <i>Calliandra eriophylla</i> | 15.85 ± 1.73 ^a | 8.58 ± 1.73 ^b | 11.08 ± 1.73 ^{ab} | 8.95 ± 1.73 ^b |
| Herbáceas | 12.96 ± 0.89 ^a | 5.54 ± 0.89 ^b | 4.73 ± 0.89 ^b | 4.19 ± 0.89 ^b |
| <i>Croton pottsii</i> | 12.96 ± 0.90 ^a | 5.54 ± 0.90 ^b | 4.73 ± 0.90 ^b | 4.19 ± 0.90 ^b |

^{ab}Literales diferentes dentro de fila indican diferencia estadística (P<0.05).

CONCLUSIONES

El zacate rosado fue la gramínea con mayor presencia en la dieta de los animales en pastoreo. Influyendo de esta manera el índice de preferencia al ser la especie más presente en la composición botánica del área.

Se recomienda un mayor uso de las áreas invadidas con zacate rosado durante las épocas de crecimiento y floración.

Cuadro 2. Índice de preferencia para distintas especies en un área invadida por zacate rosado [*Melinis repens* (Willd.) Zizka]

| Especie | Etapa Fenológica Crecimiento | Floración | Madurez | Latencia |
|---------------------------------|---------------------------------|-----------|---------|----------|
| Gramíneas | | | | |
| <i>Aristida divaricata</i> | 12.63* | --** | -- | 7.77 |
| <i>Bothriochloa barbinodis</i> | -- | 1.20 | 4.44 | 6.76 |
| <i>Boutelou achondrosioides</i> | -- | 1.60 | 24.52 | 7.58 |
| <i>Bouteloua curtipendula</i> | 1.39 | 2.00 | 5.16 | 4.65 |
| <i>Bouteloua gracilis</i> | 1.37 | 2.78 | 3.71 | 4.69 |
| <i>Bouteloua hirsuta</i> | -- | 2.61 | 3.31 | 4.65 |
| <i>Heteropogon contortus</i> | -- | -- | 4.50 | 2.41 |
| <i>Leptochloa dubia</i> | -- | 5.06 | -- | 4.51 |
| <i>Lycurus phleoides</i> | -- | 4.27 | 4.41 | 4.02 |
| <i>Melinis repens</i> | 0.50 | 0.61 | 0.50 | 0.62 |
| Herbáceas | | | | |
| <i>Croton pottsii</i> | 12.95 | 5.54 | 4.72 | 4.19 |
| Arbustivas | | | | |
| <i>Calliandra eriophylla</i> | 1.65 | 0.89 | 1.15 | 0.93 |
| <i>Prosopis glandulosa</i> | 5.21 | 2.37 | 2.73 | 2.45 |

* Valores altos, representan alta preferencia por el ganado

** No consumido por el ganado o no observado en la lectura

LITERATURA CITADA

- Beck, J. L.; J. M. Peek. 2005. Diet composition, forage selection, and potential for forage competition among elk, deer, and livestock on aspen-sagebrush summer range. *Rangeland Ecol Manag.* 58:135-147.
- Chávez, A. H.; M. H. Gonzales; L. C. Fierro. 1981. Consumo voluntario de forraje en vacas gestantes durante la época de sequía. *Bol. Pastizales. RELC-INIP-SARH.*
- Chávez, R. M. G.; M. Luna; P. Jurado. 1988. Valor nutricional de la dieta de bovinos en un pastizal mediano de los altos de Jalisco. *Manejo de pastizales. SOMMAP.* 1:33-36.
- Córdova, F. J.; J. D. Wallace; R. D. Pieper. 1978. Forage intake by grazing livestock: A Review. *J. Range Manage.* 31:430-438.
- Ellis, W. C.; E. M. Bailey; C. A. Taylor. 1984. A silicone esophageal cannula; its surgical installation and use in research with grazing cattle, sheep or goats. *J. Anim. Sci.* 59:204-209.
- Flores, A. E. 2013. Pasto rosado *Melinis repens* (Willd.) Zizka. En: Gramíneas introducidas: importancia e impacto en ecosistemas ganaderos. Quero, A. R. (ed.). 1^a Edición. Colegio de Posgraduados. Montecillos, Texcoco, Estado de México.

- Holechek, J. L.; M. Vavra. 1981. The effects of slide and frequency observation numbers on the precision of microhistological analysis. *J. Range Manage.* 33:337-338.
- Holechek, J. L.; M. Vavra; R. D. Pieper. 1982. Methods for determining the nutritive quality of range ruminant diets: A review. *J. Anim. Sci.* 54:363-376.
- Holechek, J. L.; M. Vavra. 1983. Fistula sample numbers required to determine cattle diets on forest and grassland ranges. *J. Range Manage.* 36:323-326.
- Launchbaugh, K. L.; J. W. Stuth; J. W. Holloway. 1990. Influence of range site on diet selection and nutrient intake of cattle. *J. Range Manage.* 43:109-115.
- Luna, M. L.; R. M. G. Chávez. 1990. Características nutricionales de la dieta de bovinos en pastoreo en un pastizal mediano arbosufrutescente del NE de Jalisco. Páginas 192-194 en Memorias de la reunión nacional de investigación pecuaria. UJAT. Villahermosa, Tab.
- Medina, G.; G. Díaz; M. Berzoza; M. M. Silva; A. H. Chávez; A. D. Báez. 2006. Estadísticas climatológicas básicas del Estado de Chihuahua (periodo 1961-2003). INIFAP-CIRNC. Libro técnico No. 1.
- Melgoza, C. A.; M. I. Balandrán; R. Mata-González; C. Pinedo. 2014. Biología del pasto rosado *Melinis repens* (Willd.) e implicaciones para su aprovechamiento o control. Revisión. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 5:429-442.
- PACP-Ch (Plan de Acción para la Conservación de los pastizales del Estado de Chihuahua). 2011. Plan de acción para la conservación y uso sustentable de los pastizales del desierto chihuahuense en el Estado de Chihuahua 2011-2016, Guzmán-Aranda J. C.; J. Hoth; E. Blanco (Eds.). Gobierno del Estado de Chihuahua, México.
- Peña, J. M.; R. Habib. 1980. La técnica microhistológica; un método para determinar la composición botánica de la dieta de herbívoros (Serie técnico científica). México: instituto nacional de investigaciones pecuarias. Secretaría de agricultura y recursos hidráulicos. pp. 3-82.
- Ralphs, M. H.; J. A. Pfister. 1992. Cattle diets in tall forb communities on mountain rangelands. *J. Range Manage.* 45:534-537.
- SAS Institute Inc. 2006. SAS 9.1.3 User's guide. Cary, NC, USA.
- Vásquez, F.; D. Pezo; J. Mora-Delgado; C. Skarpe. 2012. Selectividad de especies forrajeras por bovinos en pastizales seminaturales del trópico centroamericano: un estudio basado en la observación sistemática del pastoreo. *Zootecnia Trop.* 30:063-080.
- Villaseñor, R. J. L.; G. F. J. Espinosa. 1998. Catálogo de malezas de México. Universidad nacional autónoma de México. Consejo nacional consultivo fitosanitario. Fondo de cultura económica. México, D.F.

ECOTIPOS DE BUFFEL [*Pennisetum ciliare* (L.) Link] PARA USO FORRAJERO EN CONDICIONES TEMPORAL EN ETIOPIA, AFRICA.

ECOTYPES OF BUFFELGRASS [*Pennisetum ciliare* (L.) Link] FOR USE FORAGER UNDER RAINFED CONDITION IN ETHIOPIA, AFRICA.

Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez^{1,2*}, Carlos Raúl Morales Nieto¹, Jean Hanson³, Eduardo Santellano Estrada¹, Regulo Jiménez Guillen⁴, José Francisco Villanueva Avalos⁵, Pedro Jurado Guerra⁶, Alicia Melgoza Castillo¹

¹UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología. Km 1 Perif. F.R. Almada. C.P 31031, Apdo. Postal 4-28 Chihuahua, Chih., México.

²INIFAP-Campo Experimental Zacatecas. Kilometro 24.5 carretera Zacatecas-Fresnillo, Calera de V.R. C.P. 98500. ³ILRI-Forage Diversity, Addis Ababa, Ethiopia, P.O. Box 5689. ⁴INIFAP-Campo Experimental Iguala. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5. ⁵INIFAP-Verdileño. Av. Insurgentes Núm 1050 col. Menchaca Tepic, Nayarit. ⁶INIFAP-Campo Experimental Campana-Madera. Km 33.3 carretera Chihuahua-Oginaga. *sanchez.ricardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se determinó la producción y calidad de forraje, así como características morfológicas de 126 ecotipos de buffel en condiciones de temporal en Debre Zeit, Etiopía. La precipitación media anual es de 850 mm. La unidad experimental fue un surco de 0.75 m por 5 m con distancia entre plantas de 0.40 m. Se evaluaron las ocho plantas centrales. Las variables fueron: forraje seco (FS), altura de planta (AP), largo y ancho de hoja (LH y AH), número de tallos (NT) proteína cruda (PC) fibra detergente neutro y acida (FDN y FDA) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (Div). Se realizó un análisis clúster. Los valores máximos y mínimos que se observaron fueron; FS de 247.6 a 4643.3 Kg MS ha⁻¹, AP de 43.8 a 103.3 cm, LH y AH de 12.8 a 37cm y 0.45 a 3.3 cm, respectivamente. NT de 11 a 116, PC de 14.6 a 20.4%, FDN y FDA de 64 a 71.3% y 32.5 a 43.4%, respectivamente y Div de 68.9 a 90.4%. Se obtuvieron cinco grupos y cada uno de ellos integró 48, 39, 19, 18 y 2 ecotipos, los cuales fueron estadísticamente diferentes (P<0.0001). El grupo con la producción más baja de forraje fue el tres, sin embargo, este grupo sobresalió en contenido de proteína cruda. El grupo cinco solo agrupó a dos ecotipos que sobresalieron en la producción de forraje. Se identificaron materiales con buen potencial para producción intensiva de forraje y restauración de pastizal o establecimiento de praderas.

Palabras clave. Forraje, calidad nutritiva, variedades

ABSTRACT

In this experiment, production, forage quality and morphological characteristics of 126 Buffel ecotypes was determined, under rainfed conditions, in Debre Zeit, Ethiopia. The annual rainfall is 850 mm. The experimental unit was a furrow of 0.75 m by 5 m with plant spacing of 0.40 m. Eight central plants were used. The variables were: dry forage (FS), plant height (AP), length and width of leaf (LH, AH), number of stems (NT), raw protein (PC), neutral detergent fiber and acid detergent fiber (FDN, FDA), and *in vitro* organic matter digestibility (Div). Cluster analysis was performed. The maximum and minimum values were: FS ranging from 247.6 to 4643.3 kg MS ha⁻¹, AP from 43.8 to 103.3 cm, LH and AH from 12.8 to 37cm y 0.45 to 3.3 cm, respectively. NT from 11 a 11630 to 125, PC from 14.6 to 20.4%, FDN and FDA from 64 to 71.3% y 32.5 to 43.4%, respectively, finally Div from 68.9 to 90.4%. Five groups were obtained and each of them integrated 48, 39, 19, 18 and 2 ecotypes and were statistically different (P<0.0001). The ecotypes of group three have a low forage production but high PC. The group five only has two ecotypes and is the best forage producers. Were identified materials with potential for forage use restoration grassland or for establishment of prairies.

Keywords. Forage, nutritive quality, varieties

INTRODUCCIÓN

A través de los años, muchos organismos han desarrollado capacidades para enfrentarse a diferente estrés, causados por el medio ambiente. De hecho, existen especies que son más tolerantes a otras, incluso se encuentran individuos sobresalientes dentro de la misma especie (Cheruth *et al.*, 2009). En los pastizales de África, el zacate Buffel (*Pennisetum ciliare*) es una gramínea nativa que se adapta a regiones áridas, semiáridas y desérticas del mundo, donde la presencia de estrés es frecuente (Carvalho de Silva *et al.*, 2011; Marshall *et al.*, 2012). El zacate Buffel se adapta a un amplio rango de tipo de suelos; especialmente en terrenos planos con lomeríos suaves y suelos profundos de buen drenaje (Marshall *et al.*, 2012). Además, es moderadamente tolerante a la salinidad en el suelo, sin embargo, existen variedades o ecotipos con alta tolerancia (Griffa *et al.*, 2010). Se adapta a un rango de temperatura de 20 °C a 45 °C; sin embargo, la óptima temperatura para realizar fotosíntesis es de 35 °C, aunque se ha reportado que puede llegar a tolerar los 50 °C (De la Barrera y Castellanos, 2007). El establecimiento se ha observado en regiones donde la lluvia es de 250 a 2670 mm, con un óptimo de 700 mm. El pH que prefiere es de neutro a ligeramente alcalino, 7-8 (Ward *et al.*, 2006). Jorge *et al.* (2008) evaluaron características agromorfológicas de 68 ecotipos de buffel. Ellos sugieren evaluar la productividad en zonas donde existe la presencia de sequía, lo anterior para seleccionar ecotipos que pudieran incrementar la producción de forraje y ser una alternativa. Actualmente el ILRI (International Livestock Research Institute) cuenta con 126 ecotipos de zacate buffel; sin embargo, no existe información sobre la producción del forraje y sus características morfológicas bajo condiciones de temporal. El objetivo fue determinar la producción y calidad del forraje, así como características morfológicas de una colección de 126

ecotipos de pasto buffel, bajo condiciones de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La caracterización de los 126 materiales de zacate buffel se llevó a cabo en la estación experimental Debre Zeit del ILRI (International Livestock Research Institute) en Etiopía, África. El sitio se localiza a 56 km al suroeste de la capital de Addis Ababa en las coordenadas 8° 44' N y 30° 58' E. La altitud es de 1850 msnm. La precipitación media anual es de 850 mm con una mayor presencia en los meses de Junio a Septiembre. El tipo de suelo es vertizol con un pH de 7. Se establecieron 126 ecotipos y variedades en un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. La unidad experimental fue un surco de 0.75 m de ancho por 5 m de largo. El espacio entre plantas fue de 0.40 m y se trasplantaron un total 12 por surco. La parcela útil fueron las ocho plantas centrales. Se dio un corte a 15 cm sobre el nivel del suelo para homogeneizar parcelas. Finalmente, las parcelas se mantuvieron en condiciones de temporal. Se realizaron dos aplicaciones de fertilización: la primera con 100 kg de Nitrógeno (urea) y 60 kg de Fosforo (18-46-00), la segunda con 100 kg de Nitrógeno. Los ecotipos evaluados provienen de 12 distintos países de África: Botswana, DR Congo, Etiopía, Kenya, Mauritania, Namibia, Nigeria, Somalia, Sud África, Tanzania, Uganda, Zimbabwe. Además, variedades comerciales como American, Biloela, Boorara, Gayndah, Karasberg, Nunbank, Towoomba, Kongwa, Palsana y Viva. El corte se realizó a los 45 días después del corte de homogeneización. Las variables evaluadas fueron: producción de forraje seco (FS), altura de planta (AP), largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH) y número de tallos (NT).

Para obtener la producción de forraje verde, se cortó la parcela útil a 10 cm del suelo. Para

estimar el porcentaje de materia seca, se obtuvo una muestra de 300 g en peso verde y se colocó en una estufa de aire forzado durante 72 horas a 60 °C. El rendimiento de materia seca por hectárea (FS ha⁻¹) se obtuvo a partir de la producción de forraje verde de las parcelas y el porcentaje de materia seca de las muestras. En AP se midió desde el nivel del suelo hasta la punta de la inflorescencia más alta. Para LH y AH se seleccionó una hoja de la parte central de la planta; para LH la medición fue desde la lígula hasta la punta de la hoja y para AH se midió el punto más ancho de la hoja. Tres días después del corte se seleccionaron tres macollos de la parcela y se contó el NT. Cada muestra de forraje fue analizada en el NIRS (FOSS NIRSystem) y los datos se analizaron utilizando la ecuación para predecir proteína cruda (PC), fibra detergente neutro y ácido (FDN Y FDA) y digestibilidad *in vivo* de la materia orgánica (Div). Se realizó un análisis de Cluster mediante un agrupamiento jerárquico con el método de ligamiento Ward's y se eligieron los grupos con base en PST2. Los grupos fueron sometidos a un MANOVA con la finalidad de determinar si existen diferencia entre ellos (P<0.05), se tomó como referencia el estadístico de Wilks' Lambda.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características agro-morfológicas y nutricionales de los 126 ecotipos de zacate buffel presentaron una gran diversidad entre ellos. En la producción de forraje seco los rangos observados fueron de 247.6 a 4643.3 Kg MS ha⁻¹. Las plantas presentaron una altura desde 43.7 hasta 103.3 cm. El largo y ancho de hojas osciló desde 12.75 hasta 37 cm y 0.45 a 3.3 cm, respectivamente. La cantidad de tallos por macollo anduvo de 11 a 116. La proteína cruda del forraje observada fue de 14.6 a 20.4%. La fibra detergente neutro y ácido se acumulada en el forraje fue de 64.2 a 71.3% y 32.5 a 43.4%, respectivamente. La digestibilidad *in vivo* fue

de 68.8 a 90.4%. Estos rendimientos de forraje obtenidos fueron bajos, comparados a los reportados en México, donde se determinó la producción en distintas regiones agroecológicas, las cuales fluctuaron desde 1.2 hasta 11.4 ton MS ha⁻¹ (Mariano *et al.*, 2011; Peña del Rio *et al.*, 2011). Es posible que estos bajos resultados se deban a que fue el primer año de evaluación de los materiales. Además, los resultados en altura de planta, largo y ancho de hoja, coinciden con los reportados por Jorge *et al.*, (2008), ya que al evaluar la diversidad de 68 ecotipos de buffel obtuvieron alturas desde 20 hasta 50 cm, longitudes de hoja desde 1.5 hasta 30 cm y anchos de hoja desde 3 hasta 8 mm. Los valores de los nutrientes obtenidos en las mismas etapas de crecimiento de las plantas, fueron diferentes a los reportados por otros autores, ya que para PC los rangos fueron de 6 a 9%, Div de 55 a 60%, FDN de 73.7 a 76% y FDA de 46.05 a 47. Los resultados obtenidos en este estudio fueron mejores a los reportados en la literatura tal vez esto se deba al efecto de la fertilización, ya que los autores reportan en la metodología una dosis más baja a la aplicada en este estudio.

Con el agrupamiento jerárquico de los 126 ecotipos de zacate buffel, mediante el método de ligamiento Ward's, se obtuvieron cinco grupos (Figura 1). Aquí el MANOVA con el estadístico de Wilks' Lambda mostró que estadísticamente son diferentes (P<0.0001).

El Cuadro 1 presenta el número de ecotipos y las medias de los descriptores de las características agronómicas, morfológicas y nutricionales obtenidas en los cinco grupos de accesiones de buffel en condiciones de temporal. En este mismo Cuadro 1 se observa que el grupo 3, conformado con 19 ecotipos, mostró las menores producciones de forraje. Sin embargo, este grupo sobresalió en contenido de proteína cruda. El grupo 5 solo integró a dos ecotipos que sobresalieron en producción de forraje

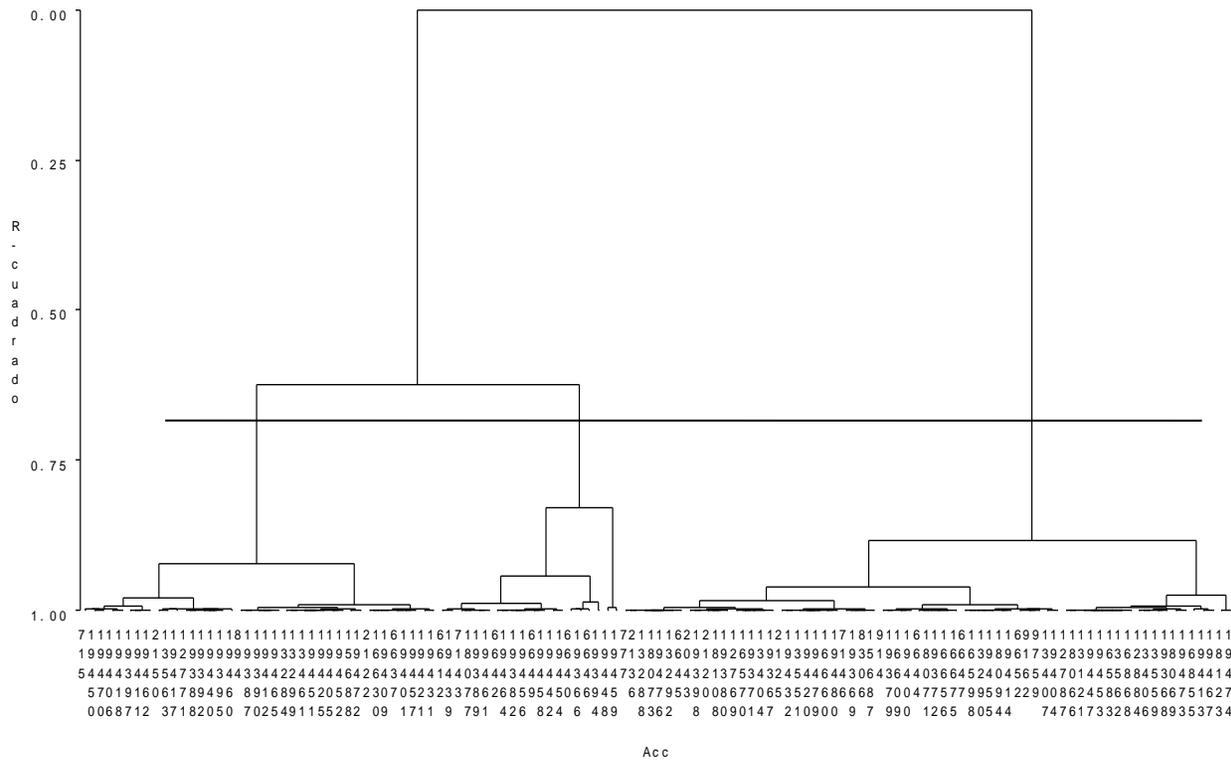


Figura 1. Dendrograma del análisis de nueve variables en 126 ecotipos de zacate buffel.

Los resultados del grupo dos concuerdan con los reportados por Pengelly *et al.* (1992), estos investigadores caracterizaron 322 ecotipos de buffel, donde se agruparon a las variedades American y Gayndah en un mismo grupo. Cook *et al.*,(2005) mencionan que las variedades American y Gayndah se caracterizan por responder al pastoreo y soportar alta carga animal. Por lo tanto, los ecotipos del grupo uno serían una alternativa para resiembras en pastizales, ya sea para uso en pastoreo o control de erosión. Debido a la cantidad de PC y al comportamiento que presentaron los ecotipos del grupo uno, se podrían recomendar para el mismo uso que el grupo dos. El grupo cuatro concuerda con los resultados presentados por Hacker *et al.* (1995), ya que mencionan que las variedades Molopo y Biloela se caracterizan por

presentar buen rendimiento de forraje. Con esta información generada se localizaron dos ecotipos que tiene.

CONCLUSIONES

La colección de ecotipos de pasto buffel mostró diversidad agronómica, morfológica y nutricional, lo cual representa una oportunidad para realizar un programa de mejoramiento genético.

Se identificaron materiales de pasto buffel con potencial para la producción de forraje en pastoreo, ya sea en agostadero o pradera irrigadas y otros con potencial para producción de heno. Además, se identificaron dos ecotipos con producciones de forraje superiores a algunas variedades existentes en el mercado.

Cuadro 1. Número de ecotipos, media y desviación estándar de las características agro-morfológicas y nutricionales encontrados en los tres grupos de pasto buffel en condiciones de humedad

| | Grupos | | | | |
|------------|--------|--------|-------|-------|--------|
| | 2 (48) | 3 (39) | 1(19) | 4(18) | 5(2) |
| Fs | 1164 | 1930 | 689 | 2906 | 4501 |
| AP | 75.48 | 82.51 | 64.45 | 92.36 | 101.69 |
| LH | 22.93 | 23.81 | 19.13 | 29.85 | 31.98 |
| AH | 0.83 | 0.97 | 0.73 | 1.04 | 1.14 |
| NT | 52.70 | 61.07 | 40.45 | 63.39 | 61.22 |
| PC | 16.86 | 16.76 | 17.48 | 16.18 | 15.14 |
| FDN | 67.91 | 68.22 | 67.67 | 68.41 | 69.20 |
| FDA | 38.20 | 38.69 | 37.26 | 39.38 | 41.53 |
| DIV | 79.40 | 80.55 | 81.06 | 78.43 | 77.10 |

FS=Forraje seco; AP= Altura de planta; NT=Número de tallos; LH=Largo de hoja; AH=Ancho de Hoja; PC=Proteína cruda; FDN=Fibra detergente neutro; FDA=Fibra detergente acida; Div=Digestibilidad in vitro

LITERATURA CITADA

Carvalho de Silva, T.; E.R. Loiola; M. C.H.

Oliveira; S.E. Mauro; D. Soares de Silva; A. Pereira. 2011. Morphological and chemical composition of buffel grass at different heights of cutting and waste. Revista Trópica- Ciencias Agrarias e Biológicas 5 (2): 30-39.

Cook, B. G.; B. C. Pengelly; S. D. Brown; J. L. Donnelly; D. A. Eagles; M. A. Franco; J. Hanson; B. F. Mullen; I.J. Partridge; M. Peters; R. Schultze-Kraft. 2005. Tropical Forages: an interactive selection tool., [CD-ROM], CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia

Cheruth, A. J.; P. Manivannan; A. Wahid; M. Farooq; H. J. Al-Juburi, R. Somasundaram; Panneerselvam. 2009. Drought stress in plant: a review on morphological characteristics and pigments composition. Int J. Agric. Biol. 11:100-105.

De la Barrera, E.; A. E. Castellanos. 2007. High temperature effects on gas exchange for the invasive buffel grass

(*Pennisetum ciliare* [L] Link). Weed Biol Manag. 7: 128-131.

Griffa, S.; A. Ribbota; C.E. López; E. Tomassino; E. Carloni; C. Luna; A. Grunberg. 2010. Evaluation seedling biomass and its components as selection criteria for improving salt tolerance buffel grass genotypes. Journal of the British Grassland Society. 65:358-361.

Hacker, J. B.; R. J. Williams; J. N. Coote. 1995. Productivity in late winter and spring of four cultivars and 21 accessions of *Cenchrus ciliaris* and *Digitaria eriantha* cv. Premier. Tropical Grasslands. 29:28-33.

Jorge, M. A. B.; M. Van de Wouw; J. Hanson; J. Mohammed. 2008. Characterisation of a collection of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*). Trop Grasslands. 42:27-39

Mariano, F. C.; R. D. C. Garza; J. T. Flores; P. F. Zárate; M. A. H. Ibarra. 2011. Evaluación de materiales alternativos al buffel común en San Fernando, Tamaulipas. En Memorias del 2do congreso internacional de manejo de

pastizales, y xxi reunión internacional sobre producción de carne y leche en climas cálidos. Chihuahua, Chih. México.

Pengelly, B. C.; J. B. Hacker; D. A. Eagles. The clasification of a collection of buffel grasses and related species. *Tropical Grassland*. 26:1-6.

Peña Del Rio, M. A.; F. A. Días; S. H. De la Fuente; S. A. Sánchez; T. I. De la Torre. 2011. Efecto de la biofertilización en praderas de temporal de pasto buffel var. Milenio en Nuevo León, México. En Memorias del 2do congreso internacional de manejo de pastizales, y XXI Reunión Internacional sobre producción de carne y leche en climas cálidos. Chihuahua, Chih. México.

Marshall, V. M.; M. M. Lewis; B. Ostendorf. 2012. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. *J Arid Environ*. 78:1-12.

SAS. User Guide. Statistical Analysis System. Inc. Cary, NC. Version 9.1. 2002

Ward, J. P.; S. E. Smith; M. P. McClaran. 2006. Water requirements for emergence of buffel grass (*Pennisetum ciliare*). *Weed Sci*. 54:720-725.

IMÁGENES LANDSAT OLI 8 PARA ESTIMAR PRODUCCIÓN FORRAJERA Y CAPACIDAD DE CARGA ANIMAL A ESCALA DE RANCHO GANADERO

LANDSAT OLI 8 IMAGERY TO ESTIMATE FORAGE PRODUCTION AND GRAZING CAPACITY TO CATTLE RANCH SCALE

Víctor Aguilar Soto^{1*}, Carmelo Pinedo Álvarez², Marusia Rentería Villalobos, Alicia Melgoza Castillo², Carlos Morales Nieto²

¹Estudiante de posgrado, ²Profesores investigadores Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua; Periférico R. Almada Km 1 s/n, C.P. 31453, Chihuahua, Chih. México.*aguilar-1@hotmail.com

RESUMEN

Los sensores remotos han demostrado su utilidad para la medición de la producción forrajera en pastizales. No existen estudios con Landsat OLI 8 para estimar la producción de forraje y capacidad de carga animal a nivel de rancho ganadero. El objetivo fue estimar la producción de forraje y la capacidad de carga animal mediante datos espectrales de OLI 8. El estudio se realizó en el rancho Amanes localizado en el municipio de Anahuac, Chihuahua. En noviembre del 2013, los datos de producción de materia seca se obtuvieron en cuadrantes de 2.01 m² geo referenciados en ocho estaciones de muestreo. Las imágenes utilizadas correspondieron al sensor OLI 8 de 2013. El método de máxima verosimilitud clasificó cuatro clases principales: agricultura, pastizal, bosque de encino y cuerpos de agua. Se utilizaron técnicas de regresión lineal simple para relacionar la producción de materia seca versus bandas de OLI 8. La estimación de la carga animal se basó en la predicción de la producción de materia seca ajustada a un factor de uso de 60%. La banda 1 presentó el mejor ajuste ($R^2=0.84$). El rango de producción varió de 200 a 2721 Kg de Ms ha⁻¹. El valor medio de producción del rancho fue de 785 Kg de Ms ha⁻¹. La capacidad de carga animal estimada fue de 92 UA equivalente a un coeficiente de agostadero de 12 ha/UA. El modelo obtenido se considera aceptable para estimar la producción de forraje y la capacidad de carga animal a nivel de rancho ganadero.

Palabras clave: Sensores remotos, máxima verosimilitud, coeficiente de agostadero.

ABSTRACT

Remote sensors are useful for measuring forage production in pastures. There are no studies with Landsat OLI8 for estimating forage production and grazing capacity level cattle ranch. The objective was to estimate forage production and grazing capacity by OLI8 spectral data. The study was conducted at the Amanes ranch Anahuac, Chihuahua. In November 2013, the production data (dry matter) was obtained from quadrants of 2.01 m² georeferenced of eight sampling stations. Images used corresponded to OLI8 2013. The maximum likelihood method classified four main classes: agriculture, pasture, oak forest and water bodies. Techniques of simple linear regression were used to relate the dry matter production versus OLI bands 8. Estimating grazing capacity, based on the prediction of dry matter production, was set at 60% of use. The band 1 presented the best fit ($R^2 = 0.84$). The range of production ranged from 200-2721 kg DM ha⁻¹. The average value of the ranch production was 785 kg DM ha⁻¹. The estimated capacity of grazing was 92 UA equivalents to a coefficient of 12 hectares of rangeland /UA. The resulting model is considered acceptable for estimating forage production and stocking capacity level cattle ranch.

Keywords: Remote sensing, maximum likelihood and rangeland coefficient.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales juegan un papel importante en el desarrollo de la ganadería del estado de Chihuahua. Además, este recurso natural proporciona múltiples beneficios como la

captura de carbono, conservación de agua y suelo, así como alimento para los animales silvestres y domésticos. Actualmente los pastizales están sujetos a constantes presiones por múltiples actividades tanto antropogénicas

como fenómenos naturales atípicos. Algunas de las amenazas son la apertura de nuevas tierras de cultivo, variabilidad climática y el sobrepastoreo (PMARP, 2012; ECOPAD, 2007). Este último es el de mayor impacto al desencadenar problemas de degradación del suelo y la vegetación (Czeglédi y Radácsi, 2005). En este sentido, la utilización y manejo de los pastizales debe estar basado en el conocimiento de la distribución temporal y espacial de la producción primaria (Bork y Werner, 1999). Las mediciones de la producción de forraje permiten conocer las condiciones de un pastizal para proporcionar fundamentos en la gestión y planificación de su uso racional (Pueyo *et al.*, 2005).

La producción de forraje en los pastizales se puede estimar de diferentes formas: cosecha (Sala *et al.*, 1981), estimaciones visuales (Waite, 1994), fotografías (Paruelo *et al.*, 2000), datos espectrales de imágenes satelitales (Wylie *et al.*, 1995; Medina *et al.*, 2009; Santa *et al.*, 2013; Zhao *et al.*, 2014) entre otros métodos. Los métodos tradicionales son costosos en términos de tiempo, recursos, esfuerzos y además de que no siempre han sido exitosos en cuanto a precisión de la medición en grandes áreas de pastizal (Marsico y Altesor, 2011). La necesidad de contar con técnicas para la medición de producción de forraje hace pensar en herramientas económicas y eficientes. Los sensores remotos son herramientas factibles para la estimación de la producción forrajera de los pastizales. Como ejemplo Zhao *et al.* (2014) estimaron la producción de biomasa aérea con la aplicación de datos del sensor MODIS a través de relaciones de datos de campo. A una escala regional Medina-García *et al.* (2009) y Santa *et al.* (2013) estimaron la producción forrajera de los pastizales con uso del NDVI provenientes del satélite LANDSAT. La aplicación de sensores remotos en la medición de atributos de los pastizales permite reducir tiempo, costo e incluso la precisión en las estimaciones de

biomasa. Con los resultados favorables obtenidos en mediciones forestales, este estudio se diseñó para obtener un modelo predictivo de variables en pastizales a una escala de rancho ganadero. Por lo anterior, el objetivo principal de este estudio fue estimar la producción de forraje y capacidad de carga animal a través de las relaciones de datos de materia seca en campo versus datos de Landsat OLI 8. Los resultados obtenidos podrían apoyar la toma de decisiones de los ganaderos y administradores para una mejor planeación en el uso sostenible de los pastizales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el rancho Amanes localizado en la zona de transición de los pastizales semiárido y templados en el centro oeste del estado de Chihuahua. El rancho cuenta con una superficie de 2878 ha. El sistema vaca cría y la producción frutícola son las dos actividades económicas principales del rancho.

Muestreo de Producción de Forraje

Los datos de producción de forraje se obtuvieron en noviembre de 2013 con 32 cuadrantes circulares de 2.01 m² en ocho estaciones de muestreo (EM) pertenecientes a un sitio permanente de monitoreo. La producción de biomasa se considero equivalente con la producción de Materia Seca (Ms). Cada cuadrante se geo referenció en un sistema de coordenadas UTM. Las muestras de biomasa se secaron en estufa hasta obtener peso constante, en gramos de materia seca por metro cuadrado (gr Ms m²⁻¹) convertido a kilogramos de materia seca por hectárea (kg Ms ha⁻¹).

Datos de Landsat OLI 8

Se empleó una imagen LANDSAT del sensor OLI 8 de la escena 32-40 con fecha de registro de diciembre de 2013. Los valores de ND originales de cada banda se convirtieron a valores de reflectancia según metodología de USGS (2015) bajo la siguiente forma:

$$P\lambda' = Mp * Qcal + Ap$$

Donde: $P\lambda'$ = reflectancia planetaria espectral en la parte superior de la atmósfera; Mp = factor de escalado de reflectancia multiplicativa de la banda; $Qcal$ = valores de los pixeles de los productos estándar cuantificados y calibrados y Ap = factor de escalado de la reflectancia aditiva de la banda.

Uso de Suelo

La detección de usos de suelo del rancho se realizó con la aplicación de técnicas de clasificación de imágenes. Con la aplicación del método supervisada de máxima probabilidad gaussiana. Se definieron tres clases de uso de suelo a priori como muestras para clasificar el resto del rancho. Dichas clases fueron Agricultura, Pastizal, Bosque de Encino, y cuerpos de agua.

Análisis de Regresión

Las relaciones de Ms se realizaron mediante técnicas de regresión lineal simple con los datos espectrales de las siete bandas de OLI 8. El modelo con el mejor ajuste permitió la estimación de la producción de Ms para toda la superficie del rancho. Tomando en cuenta que las estimaciones son validas para áreas exclusivas de pastizales debido a que solo se muestreo este tipo de vegetación, las áreas de cultivo y bosques de encino fueron segregadas del análisis para evitar problemas de sobre y subestimación de la producción de biomasa.

Mapas de Productividad de Biomasa

La estimación o predicción de Ms se realizó mediante el uso de la banda espectral que presentó mejor ajuste. Los parámetros de la ecuación resultante y la banda asociada fueron escalados para la estimación de la biomasa. Para una mejor comprensión de la distribución de la producción de Ms estimada se establecieron clases o rangos de producción. Dichos rangos fueron: <0-0 (áreas sin

vegetación); 0-400 (áreas de baja producción); 400-800 (áreas de producción media); 800-1200 (áreas de producción alta) y >1200 (áreas de producción muy alta).

Estimación de la capacidad de carga animal

Las clases de Ms fueron la base para la estimación de la producción total para cada una de ellas. Por consiguiente el cálculo del factor de uso se realizó por clase de Ms total existente con la aplicación de un factor de 60%. El consumo de forraje del ganado fue con base el 3% de su peso. Este porcentaje incluye el forraje consumido por el animal, pérdidas por pisoteo y arrastre por el viento con referencia de una vaca de 450 kg con su cría en pie considerado como una unidad animal (UA) que consume 13.5 Kg Ms día⁻¹.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Uso de suelo

La clasificación multi espectral arrojó cuatro usos principales del suelo: Agricultura, Pastizal, Bosques de Encino y Cuerpos de Agua (Figura 1). Las áreas de agricultura abarcan una superficie de 979 ha, los bosques de encino de 1057 y el pastizal 843 ha. La clase de pastizal está formado por especies del pastizal mediano abierto y representa el 29% de la superficie total del rancho.

Relación de Datos Espectrales versus Ms

Las relaciones de los datos espectrales de OLI 8 con Ms presentaron resultados heterogéneos. El Cuadro 1 presenta las ecuaciones de regresión que mostraron mejores ajustes de acuerdo con el R^2 más alto. La banda 1 presentó el mejor ajuste ($R^2=0.84$) seguida de la banda 2 y la banda 3 con el R^2 más bajo (0.36). En general las bandas del sector infrarrojo mostraron bajas relaciones y no se tomaron en cuenta. El nivel de ajuste de este estudio es adecuado comparado con los resultados de Medina *et al.* (2005) que obtuvo un $R^2=0.66$ con datos de NDVI.

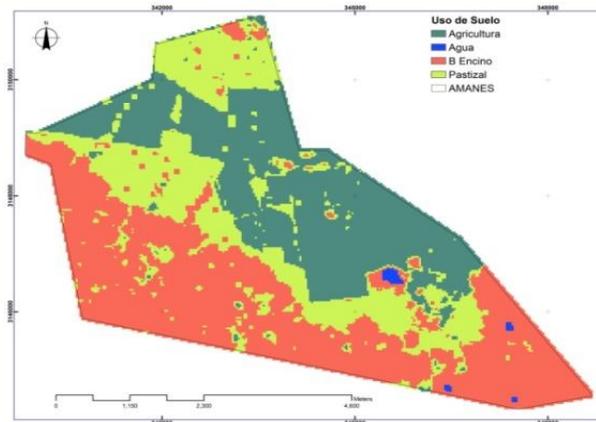


Figura 1. Principales usos del suelo del rancho Amanes.

Cuadro 1. Parámetros de los modelos de regresión lineal simple de la bandas de OLI 8 versus Ms

| Ecuación | R ² | Pr>F | RMSE |
|--------------------|----------------|--------|-------|
| Ms=4110.7-57227*b1 | 0.84 | 0.0013 | 23.84 |
| Ms=3200.2-48236*b2 | 0.74 | 0.0057 | 30.07 |
| Ms=1197.6-18089*b3 | 0.36 | 0.1129 | 47.62 |

Productividad de Ms

La producción de Ms solo se estimó en pastizales, las demás clases (Agricultura, Bosques de Encino y Cuerpos de Agua) fueron excluidas del análisis. La banda 1 se

utilizó para estimar producción de Ms debido al mejor ajuste (R²=0.84). El mapa de predicción de Ms fue reclasificado en cinco rangos principales (Figura 2).

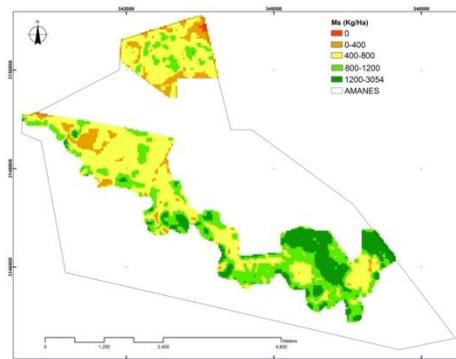


Figura 2. Mapa de predicción de cinco clases de producción de materia seca.

El Cuadro 2 presenta la producción por rangos de Ms. El rango de producción varió de 0 a 2127 Kg de Ms ha⁻¹ con un promedio de 785 Kg de Ms ha⁻¹. La producción de 400 a 800 Kg de Ms ha⁻¹ se presentó en la mayor superficie 50.7% (428 ha) en contraste con la

áreas sin producción de MS (áreas con suelo desnudo) solo el 0.1% de la superficie (1 ha). La producción de Ms promedio del rancho es similar a la producción de pastizales medianos abiertos (900 kg Ms ha⁻¹ Año⁻¹) reportado por Esqueda *et al.* (2011).

Estimación de la capacidad de carga animal

La producción de Ms promedio estimada fue de 785 Kg de Ms ha⁻¹ y al aplicar el factor de uso de 60% fue de 471 Kg de Ms ha⁻¹. Con base a esta disponibilidad de forraje se estimó la capacidad de carga animal por rangos de Ms (Cuadro 3). De acuerdo con la superficie

de pastizal del rancho se estimó una capacidad de 92 UA para un año de pastoreo. De forma convencional se estimaron 69 UA. Con base a esto, se determinó un coeficiente de agostadero de 12 ha UA⁻¹. Este valor esta dentro del rango de los resultados de Esqueda *et al.* (2011) que reportaron coeficientes de agostadero de 5.1 a 61.2 ha UA⁻¹ para zonas áridas y semiáridas.

Cuadro 2. Estimación de la producción de materia seca por rangos

| Clase | Superficie (ha) | Rango Ms (Kg de Ms ha ⁻¹) | Promedio Ms (Kg de Ms ha ⁻¹) |
|----------------|-----------------|---------------------------------------|--|
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 68 | 0-400 | 200 |
| 3 | 428 | 400-800 | 600 |
| 4 | 224 | 800-1200 | 1000 |
| 5 | 122 | 1200-3054 | 2127 |
| Total/Promedio | 843 | | 785 |

Ms=materia seca

Los resultados indican que las estimaciones de la producción de Ms para ajustes de capacidad de carga animal están influenciadas por las fluctuaciones espaciales del pastizal en la superficie del rancho. De tal manera que convencionalmente la estimación

se basa sólo en el promedio y se generaliza para el resto de la superficie. A diferencia, la imagen toma en cuenta las diferentes condiciones del pastizal mediante su respuesta espectral.

Cuadro 3. Estimación de la capacidad de carga animal y el coeficiente de agostadero con factor de uso de 60%

| Clases | Superficie (ha) | FC 60% (Kg) | CCA (UA) | ha/UA |
|--------|-----------------|-------------|----------|-------|
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 68 | 8160 | 2 | 34 |
| 3 | 428 | 154080 | 31 | 14 |
| 4 | 224 | 134400 | 27 | 8 |
| 5 | 122 | 155696.4 | 32 | 4 |
| Total | 843 | | 92 | 12 |

CCA=capacidad de carga animal y UA=unidades animal

CONCLUSIONES

El modelo obtenido se considera aceptable para estimar la producción de forraje y la capacidad de carga animal al final de la etapa de crecimiento de los pastizales.

La relación de los datos espectrales de Landsat OLI 8 con la producción de materia seca representa un modelo de utilidad para planificar estrategias de pastoreo que incluyen el mapeo de tipos de pastizales, ajustes de carga animal y distribución del

pastoreo. Se recomienda realizar un número mayor de repeticiones de muestras de producción de forraje, para obtener una alta representatividad de las condiciones del pastizal.

LITERATURA CITADA

- Bork, E. W., y S. J. Werner. 1999. Viewpoint: Implications of spatial variability for estimating forage use. *Journal of Range Manage* 49:151-156.
- Czeglédi, L. y A. Radácsi. 2005. Over utilization of pastures by livestock. Disponible: <http://www.agr.unideb.hu/kiadvany/gyep/2005-03/06Czeglledi.pdf>. Consultado en línea 05/06/2015.
- ECOPAD. 2007. Estrategia para la Conservación para los Pastizales del Estado de Chihuahua. Aguirre, C., J. Hoth y A. Lafón (Eds.). Chihuahua, Chih. <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/pdf/2007%20Ecopad%20Final.pdf>. Consultado en línea 15/05/2015.
- Esqueda C, M. H., R. E. E. Sosa, S. A. H. Chávez, Á. F. Villanueva, del R. M. J. Lara, M. M. H. Royo, J. S. T. Sierra, S. A. González y L. S. Beltrán. 2011. Ajustes de carga animal en tierras de pastoreo. Manual de capacitación. Folleto técnico No. 4. INIFAP. México, D.F.
- Mársico, L. L., y A. Altesor. 2011. Relación entre la riqueza de especies vegetales y la productividad en pastizales naturales. *Ecología Austral* 21:101-109.
- Medina-García, G., R. Gutiérrez-Luna, F. G. Echavarría-Chairez, A. Ramírez, y J. A. Ruiz Corral. 2009. Estimación de la producción de forraje con imágenes de satélite en los pastizales de Zacatecas. *Técnica Pecuaria en México* 2:135-144.
- Paruelo, J. M., W. K. Lauenroth y P. A. Roset. 2000. Estimating aboveground plant biomass using a photographic technique. *Journal of Range Management* 50:190-193.
- PMARP. 2012. Plan Maestro de la Alianza Regional para la Conservación de los Pastizales del Desierto Chihuahuense. Guzman-Aranda, J.C., J. Hoth y H. Berlanga (Eds.). Comisión para la Cooperación Ambiental. Montreal, 64 pp.
- Pueyo, J. M., L. Lacopini, Y. Bonini, J. Fonseca, R. Ludi y R. Grancell. 2005. Productividad del Pastizal Natural. EEA Concepción del Uruguay.
- Sala, O., V. A. Deregibus, T. Schlichter y H. Alippe. 1981. Productivity dynamics of native temperate grassland in Argentina. *Journal of Range Management* 34:48-51.
- Santa, V., M. J. Rosa, N. Mónaco y A. Heguiabehere. 2013. Determinación de la correlación entre datos de biomasa obtenidos a campo y ndvi obtenidos por sensores remotos a lo largo del arroyo Chucul (Pcia. Córdoba). *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*. Vol 22. Serie supl. 2. Congreso de Pastizales
- Waite, R. B. 1994. The application of visual estimation procedures for monitoring pasture yield and composition in exclosures and small plots. *Tropical Grasslands* 28:38-38.
- Wylie, B. K., I. Denda, R. D. Pieper, Jr. J. A. Harrington, B. C. Reed y G. M. Southward. 1995. Satellite-based herbaceous biomass estimates in the pastoral zone of Niger. *Journal of Range Management* 45:159-164.
- Zhao, F., B. Xu, X. Yang, Y. Jin, J. Li L., Xia y H. Ma. 2014. Remote Sensing Estimates of Grassland Aboveground Biomass Based on MODIS Net Primary Productivity (NPP): A Case Study in the Xilingol Grassland of Northern China. *Remote Sensing* 6:5368-5386.

**RENDIMIENTO DE BIOMASA Y VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO
MARALFALFA (*Pennisetum glaucum x P. purpureum*), A TRES FRECUENCIAS DE
CORTE**

**PERFORMANCE OF BIOMASS AND NUTRITIONAL VALUE OF THE MARALFALFA
GRASS (*Pennisetum glaucum x P. purpureum*), TO THREE CUT FREQUENCY**

Joel Ventura Ríos¹, José Amador Honorato Salazar², Iliana Barrera Martínez³, Alfonso Hernández Garay¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo¹, Jesús Miguel Calzada Marín¹, Javier Francisco Enríquez Quiroz⁴

¹Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México- Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. México. ²Campo Experimental, San Martinito. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Tlahuapan, Puebla, Pue, Méx. ³Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad No. 1001, Col. Chamilpa, 62209, Cuernavaca, Morelos, Méx. ⁴Campo Experimental, La Posta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Paso del toro, Veracruz, México.

*Autor para correspondencia: joelventur@gmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar rendimiento de biomasa (MS) y valor nutritivo de Maralfalfa (*Pennisetum glaucum x P. purpureum*), en tres frecuencias de corte (30, 60 y 90 días). El experimento se llevó a cabo en la Isla, Veracruz, en parcelas de 5 m x 16 m, con tres repeticiones y muestreos durante un año. La dosis de fertilizante fue 120 kg N ha⁻¹ y 80 kg de P₂O₅ ha⁻¹, en dos aplicaciones (43 y 112 días después de la siembra). El mayor rendimiento de MS se observó en cortes a 90 días (18 ton ha⁻¹ año⁻¹), diferente (p<0,05) de las otras frecuencias de corte. El contenido máximo de proteína cruda (9.3%) y cenizas (11.3%) se registraron en cortes a 30 días; los cuales, fueron diferentes (p<0,05) de las demás frecuencias de corte. El mayor contenido de FDN se obtuvo al día 60 (81.8%), diferente (p<0.05) al corte del día 30 y similar (p>0.05) al corte a 90 días. El mayor contenido de FDA se encontró al día 90 (62%) y fue diferente (p<0.05) a los demás cortes. El máximo contenido de holocelulosa se observó en el corte a 60 días (66%), el cual fue diferente (p<0.05) al corte a 90 días y similar (p>0.05) al corte a 30 días. El contenido observado fue: energético (16 MJ/kg) y lignina (18.5%). El rendimiento de materia seca se incrementa linealmente a medida que la planta avanza su desarrollo fisiológico; mientras que, el contenido de proteína cruda y cenizas disminuye, afectando su calidad nutricional.

Palabras clave: *Pennisetum glaucum x Pennisetum purpureum*, rendimiento, valor nutricional, frecuencia.

ABSTRACT

In order to define biomass production (DM) and nutritive value for Maralfalfa (*Pennisetum glaucum x P. purpureum*) under three cutting frequencies (30, 60 y 90 days) this experiment was performed at Isla, Veracruz, using 5 X 16m plots, three replications, and samplings during one year. Fertilization included 120 kg N ha⁻¹ with 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ within two dosages: 43 y 112 days after sowing. Highest DM production was registered for 90 days regrowth evaluations (18 ton ha⁻¹ y⁻¹), different (p<0.05) to others cutting frequencies. Highest crude protein concentration (9.3%) and ashes (11.3%) were recorded on cutting frequencies of 30d, different (p<0.05) to other cutting regimes. Highest NDF content was observed on cuttings every 60d (81.8%), different (p<0.05) to evaluations at 30d and similar (p>0.05) to those every 90d. Highest ADF was observed on cutting frequencies every 90d (62%) and it was different (P<0.05) to other cutting regimes. Maximum holocellulose concentration was observed on cuttings every 60d (66%), different (p<0.05) to those at 90 d and similar (p>0.05) to those every 30d. Observed energy content (16MJ/kg) and lignin (18.5%) increased on a linear basis. Together with plant development DM production increases and crude protein and ashes reduction was observed reducing forage quality.

Key words: *Pennisetum glaucum x Pennisetum purpureum*, yield, nutritive value, frequency.

INTRODUCCIÓN

La calidad del forraje está influenciada por los componentes químicos de la pared celular y contenido celular de la planta (Mertens, 1997). La celulosa y hemicelulosa de las gramíneas representan aproximadamente el 70% del total de biomasa (MS) y, de lignina, entre 10-30%; donde, los azúcares se vinculan al componente de lignina a través de enlaces covalentes hidrofóbicos, con alta resistencia a cualquier tratamiento (van der Weijde *et al.*, 2013). La composición química de las plantas varía dependiendo de la especie, tipo de tejido, etapa de crecimiento y condiciones de crecimiento (Rengsirikulet *et al.*, 2013). Con el objetivo de aumentar la producción de carne y/o leche en las zonas tropicales de México, se han introducido especies forrajeras con alto potencial para utilizarse en sistemas de corte y/o pastoreo, destacando las variedades del género *Cenchrus purpureus*, [Sin. *Pennisetum purpureum*, (Chemisquet *et al.*, 2010)]; que son especies de mayor potencial de crecimiento y producción de MS por hectárea, (Madera *et al.*, 2013); además, de gran adaptabilidad, creciendo desde el nivel del mar hasta más de 1,000 m de altitud. Los estudios sobre *Pennisetum glaucum* x *P. purpureum* son limitados y existe poca información sobre su composición química (Calzada *et al.*, 2014) y nutricional. Algunas investigaciones realizadas con *Pennisetum* spp., demuestran que son una alternativa forrajera para aumentar la producción animal, por su rendimiento de MS y valor nutritivo (Ramos *et al.*, 2013). El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento de MS y valor nutritivo del pasto Maralfalfa (*Pennisetum glaucum* x *P. purpureum*), a tres frecuencias de corte.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado se sembró el 22 de julio del 2011 en el Sitio Experimental

“Papaloapan” del (INIFAP) ubicado en Isla, Veracruz, a 18° 06' N y 95° 31' O y altitud de 65 msnm (García, 1988). Se establecieron parcelas de 5m X 16m en tres repeticiones y muestreo durante un año. Se aplicó una dosis de fertilizante de 120-80-00 kg ha⁻¹ de N y P₂O₅, en dos aplicaciones (43 y 112 días post-siembra). Mediante muestreos destructivos, se evaluaron tres frecuencias de corte (30, 60, 90 días), se cosecharon 7 m², a 20 cm del suelo por repetición y se tomó una muestra representativa. La materia seca (MS) se determinó en estufa de aire forzado a 55 °C hasta peso constante. Posteriormente, Las muestras se procesaron en molino Wiley® (Arthur H. Tomas, Philadelphia, PA, USA) y tamizadas en mallas 40 (0.42 mm) y 60 (0.25 mm), para determinar contenido de MS total a 105 °C, por 12 h, y expresar el contenido de nutrientes en base seca (% de MS). Las Normas TAPPI (T-264) se utilizaron para preparar y determinar contenido de lignina (T-222); las Normas ASTM se usaron para contenido de cenizas (D-1102) y el procedimiento descrito por Rowel *et al.* (2005), para holocelulosa en muestras libre de extractos. El contenido de energía bruta se determinó en pastillas comprimidas de 1g en calorímetro de bomba adiabática (Isoperibol, Parr 1266), norma ASTM (E-711) y a las instrucciones de operación del mismo (Parr, 1999), a temperatura de 30±0.5 °C. El contenido de proteína cruda (PC) se midió por el método Kjeldahl (N x 6.25; AOAC, 1990). Las concentraciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) se determinaron por el método Van Soest *et al.* (1991). Las evaluaciones físico-químicas se realizaron en el laboratorio para materiales lignocelulósicos de INIFAP, Campus Puebla y en el laboratorio de fertilidad de suelos y nutrición animal del Colegio de Postgraduados. Los datos se analizaron mediante análisis de varianzay comparación múltiple de medias (Tukey; $\alpha = 0.05$) para niveles de corte (SAS, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de materia seca (MS) anual se incrementó linealmente a medida que la planta avanzó en su desarrollo, la mayor producción se obtuvo al día 90 (18 ton ha⁻¹), la cual, fue diferente (p<0.05; Cuadro 1). El corte al día 90 produjo 119.5% más MS en comparación al corte al día 30 y, 24% más de MS, respecto al corte al día 60, con 8.2 y 14.5 ton ha⁻¹, respectivamente. Maralfalfa produjo en promedio 13.6 ton ha⁻¹ de MS, 1.8 ton ha⁻¹ menos a lo reportado por Rengsirikul *et al.*

(2013), quienes obtuvieron 15.5 ton ha⁻¹ año para *Pennisetum purpureum*, el cual es variable con respecto a la especie. El contenido de MS no fue diferente entre cortes (p>0.05) y, en promedio, se calculó un valor de 92%. El corte al día 30 mostró el mayor contenido de proteína cruda, con 9.3 %, el cual difiere (p<0.05) y es superior a cortes del día 60 y 90, con 6.1% y 5.4% respectivamente. Nutricionalmente los valores obtenidos a 30 días tienen mayor concentración de proteína cruda en 3.2 y 4% respecto al corte a 60 y 90 días.

Cuadro 1. Rendimiento de biomasa y valor nutritivo del pasto Maralfalfa a tres frecuencias de corte.

| Propiedades | Frecuencia de cortes (días) | | | | |
|---|-----------------------------|-------------------|--------------------|-------|------|
| | 30 | 60 | 90 | Media | SD |
| Rendimiento (ton ha ⁻¹ año ⁻¹) | 8.2 ^c | 14.5 ^b | 18.0 ^a | 13.6 | 4.9 |
| Materia seca (%) | 92.1 ^a | 92.9 ^a | 91.2 ^a | 92.1 | 1.3 |
| PC (%) | 9.3 ^a | 6.1 ^b | 5.4 ^c | 6.9 | 1.7 |
| Holocelulosa (%) | 64.4 ^{ab} | 66.0 ^a | 64.1 ^b | 64.8 | 1.4 |
| Energía (MJ kg ⁻¹) | 15.7 ^b | 16.1 ^a | 16.1 ^a | 15.9 | 0.41 |
| FDN (%) | 80.0 ^b | 81.8 ^a | 80.4 ^{ab} | 80.7 | 1.3 |
| FDA (%) | 55.2 ^c | 58.8 ^b | 61.9 ^a | 58.6 | 3.0 |
| Lignina (%) | 18.4 ^a | 18.5 ^a | 18.8 ^a | 18.5 | 1.4 |
| Cenizas (%) | 11.3 ^a | 9.8 ^b | 8.0 ^c | 9.7 | 1.3 |

^{a,b} Valores con la misma letra en la misma línea no son significativamente diferentes (Tukey, p ≤ 0.05), PC = proteína cruda, FDN = fibra detergente neutro y FDA = fibra detergente ácida.

Chacón y Vargas (2009) reportan, a los 60 y 90 días, concentraciones de proteína de 9.5% y 8.4%; los cuales, superan a lo encontrado en la presente investigación. En promedio, el contenido de FDN fue de 80.7±1.3%, donde la mayor concentración se encontró en el corte al día 60 (81.8 %), el cual fue diferente (p<0.05) al corte del día 30 (80%); sin embargo, fue similar (p>0.05) al corte 90 (80.4%). Chacón y Vargas (2009), reportan 77% de FDN para *Pennisetum purpureum* cv. King grassen el corte a 90 días y 74%, al día 60; los cuales, son inferiores en a lo encontrado en el presente estudio. El contenido de FDA, en promedio, fue de 58.6% y el mayor contenido se determinó en el corte del día 90 (62%); el cual, fue diferente (p<0.05) al corte del día 30 y 60 con

58.8 y 55.2%, respectivamente. Los valores obtenidos fueron superiores a lo reportado por Chacón y Vargas (2009), quienes reportan 46.5% a 60 y 52% a 90 días de rebrote. El contenido promedio del total de carbohidratos (holocelulosa), fue de 66.2%, el cual fue inferior a lo reportado por Rengsirikul *et al.* (2013), quienes reportan 67.4% para *P. purpureum* Taiwán A-148, en época seca. El máximo contenido de carbohidratos totales se documentó en el corte a 60 días (66%); el cual, fue diferente (p<0.05) y superior en 2% al corte a 90 días (64%) y similar (p>0.05), al corte a 30 días (64.4%). No obstante, la cantidad de carbohidratos puede estar influenciada por la época del año. El contenido de energía bruta fue de (16 MJ/kg), observándose que, a

medida que la planta avanzó en su desarrollo fisiológico, el contenido energético fue mayor; sin embargo, los cortes a 60 y 90 días, fueron similares ($p > 0.05$; 16.1 MJ/kg) y superiores y diferentes ($p < 0.05$) al corte a 30 días (15.7 MJ/kg). Resultados son similares a lo reportado por Parikh *et al.* (2005), en gramíneas. El contenido de lignina fue 18.5%, observándose su relación con la edad y, a medida que la planta avanzó en su desarrollo fisiológico, el contenido de lignina se incrementó, aunque la diferencia fue numérica ($p > 0.05$). La concentración de cenizas fue mayor en los cortes a edades tempranas, el corte al día 30 (11.3%) fue diferente ($p < 0.05$) y superior al corte al día 60 (9.8%) y día 90 (8%). La concentración de cenizas tiende a disminuir conforme la planta avanza en su desarrollo, los resultados obtenidos en promedio, son similares a lo reportado por Rengsirikul *et al.* (2013), con 9.3% para cultivares de pasto elefante; sin embargo, los valores pueden oscilar entre 7.7% y 11.6%, en la planta completa.

CONCLUSIONES

La producción de biomasa de Maralfalfa se correlaciona de manera positiva con el incremento en la edad del rebrote; sin embargo, el contenido de proteína cruda y cenizas disminuye con ésta, lo cual afecta su valor nutritivo y la productividad animal puede verse limitada.

LITERATURA CITADA

- AOAC, Association of Official Analytical Chemists (1990) Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA. 1298 p.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). 2009. Standard test method for ash in wood. ASTM D1102, Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.10 Wood pp. 174-175.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). 1996. Standard Test Method for Gross Calorific Value of Refuse-Derived fuel by the bomb calorimeter. ASTM E711, Annual Book of ASTM Standards. Waste management, pp. 265-271.
- Calzada, M. J. M., Enríquez, Q. J. F., Hernández, G. A., Ortega, J. E., Mendoza, P. S. I. 2014. Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en clima cálido subhúmedo. Rev. Mex. Cienc. Pec. 5(2): 247-260.
- Chacón, H. P. A. y Vargas, R. C. F. 2009. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote. Agronomía mesoamericana 20(2):399-408.
- Chemiskuy, A. M., Giussani M. L., Scataglini, A.M., Kellogg, A. E. y O. Morrone. 2010. Phylogenetic studies favour the unification of *Pennisetum*, *Cenchrus* and *Odontelytrum* (Poaceae): a combined nuclear, plastid and morphological analysis, and nomenclatural combinations in *Cenchrus*. Annals of Botany 106: 107–130.
- García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 1988. 4^a ed. Instituto de Geografía, UNAM. México. P. 217.
- Madera, N. B., Ortíz, B., Bacab, H. M., y H. Magaña. 2013. Influence of age cut Purple grass (*Pennisetum purpureum*) in production and *in vitro* digestibility dry matter. Avances en Investigación Agropecuaria. 17(2): 41-52.
- Mertens RD. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. J Dairy Sci. 1997; (80):1463–1481.

- Parikh, J., Channiwala, A.C. y G.K. Ghosal. 2005. A correlation for calculating HHV from proximate analysis of solid fuels. *Fuel* 84 (2005) 487–494.
- Ramos, T. O., Canul, S. J.R., F.J. Duarte. 2013. Production of three varieties of *Pennisetum purpureum* fertilized with two different sources of nitrogen in Yucatan, Mexico. *Revista Bio Ciencias*. 2 (2): 60-68.
- Rengsirikul, K., Ishii, Y., Kangvansaichol, K., Prapa, S., Punsuvon, V., Vaithanomsat, P., Nakamane, G., Sayan, T. 2013. Biomass yield, chemical composition and potential ethanol yields of 8 cultivars of napiergrass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) harvested 3-monthly in central Thailand. *J. of Sustainable Bioenergy Systems*. 3:107-112
- Rowell, R. M., R. Pettersen, J. S. Han, J. S. Rowell y M. A. Tshabalala. 2005. Cell Wall Chemistry. *In*: Rowell, R. M. Ed. Handbook of wood chemistry and wood composites. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, p: 35-74.
- SAS Institute. 2011. SAS/STAT User's Guide. Release 9.3.SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI).2006-2007. Acid-insoluble lignin in wood and pulp.T 222 om-02.TAPPI Test Methods.Fibrous Materials and Pulp Testing. CD Version, Atlanta, GA.,U.S.A. 5 p.
- Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI).2006-2007. Preparation of wood for chemical analysis.T 264 cm-97.TAPPI Test Methods. Fibrous Materials and Pulp Testing. CD Version, Atlanta, G.
- van der Weijde, Alvim, K, C. L., Torres, F. A., Vermerris, W., Dolstra, O., Visser, F.G.R., Trindade, M. S. 2013. The potential of C4 grasses for cellulosic biofuel production. *Plant Sci*. 4(107):1-18.
- Van Soest P J, J. B. Robertson, B. A. Lewis.(1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci*. 74:3583-3589.

RENDIMIENTO DE MATERIA SECA Y CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA DE UNA ASOCIACIÓN *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick) – *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) EN HUIMANGUILLO, TABASCO

DRY MATTER YIELD AND PROTEIN CONCENTRATION OF A *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick) –*Stylosanthes guianensis* (Aubl) ASSOCIATION IN HUIMANGUILLO, TABASCO

Félix Daniel Domínguez-Pérez¹, Eduardo Daniel Bolaños Aguilar^{2*}, Luz del Carmen Lagunes-Espinoza¹, Sergio Salgado-García¹, Jesús Ramos-Juárez¹, Guerrero-Rodríguez JD³

¹Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Periférico Carlos A. Molina, Km 3.5. Carretera Cárdenas-Huimanguillo. 86500 H. Cárdenas, Tab. ²INIFAP-Huimanguillo, Tab. Km 1 carr. Huimanguillo-Cárdenas. C.P. 86400. ³Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, Carretera Federal México-Puebla km 125.5, Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula, Puebla. C. P. 72760. *bolanos.eduardo@inifap.gob.mx

RESUMEN

Cuatro tratamientos de gramínea-leguminosa-fertilización se evaluaron cada 35 días durante cinco meses en un suelo ácido de baja fertilidad de la sabana de Huimanguillo, Tabasco: Humidicola, Humidicola + Fertilización fosfatada, Humidicola + *Stylosanthes*, y Humidicola + *Stylosanthes* + Fertilización fosfatada. Lo anterior con el objetivo de conocer las variaciones en rendimiento de materia seca (RMS) y en concentración de proteína de una asociación gramínea – leguminosa en un suelo ácido de baja fertilidad, con y sin fertilización fosfatada. El RMS promedio entre los cuatro tratamientos (1.0 t ha^{-1}) no fue diferente ($p > 0.05$), y todos mostraron el mismo patrón cronológico decreciente. Por el contrario, el patrón cronológico de la concentración de proteína fue creciente en los cuatro tratamientos, siendo mayor ($p < 0.05$) dicha concentración en los tratamientos con leguminosas en más de $50 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$. La fertilización fosfatada incrementó aún más la concentración de proteína de la asociación gramínea – leguminosa fertilizada en $24 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ con respecto a la asociación sin fertilizar.

ABSTRACT

Four treatments grass-legume-fertilization were evaluated every 35 days for five months in an acid savanna soil of Huimanguillo, Tabasco: Humidicola, Humidicola + P Fertilization, Humidicola + *Stylosanthes* and Humidicola + *Stylosanthes* + P Fertilization. This in order to know the variations in dry matter yield (MSY) and protein concentration of a grass-legume association in an acid soil of low fertility, with and without P fertilization. The mean RMS between the treatments (1.0 t ha^{-1}) was not different ($p > 0.05$), and all treatments showed the same decreasing chronological pattern. In contrast, the chronological pattern of the protein concentration showed an inverse pattern. Protein concentration increased in time, being higher ($p < 0.05$) the concentration in the grass-legume association treatments in more than $50 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$. P fertilization further increased the concentration of protein of grass-legume association fertilized in $24 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ regarding the association unfertilized.

Key words: *Brachiaria humidicola*, *Stylosanthes guianensis*, fertilización fosfatada, proteína

INTRODUCCIÓN

Las praderas en Tabasco son permanentes y formadas por gramíneas en monocultivo. Las gramíneas son fuente de energía para el ganado, pero no una fuente de proteína (Albayrak y Turk, 2013). Para el aporte de proteína al animal en pastoreo, el ganadero recurre a los concentrados, lo que merma la

rentabilidad del sistema de producción, además de contaminar indirectamente el medio por usar transporte para el traslado de granos al trópico para elaborar los concentrados. El transporte es el principal contaminador del medio por sus elevadas expulsiones de CO_2 (OCDE, 2002). Una alternativa sustentable para equilibrar en

energía y proteína la dieta del animal en pastoreo, es a través de la introducción de leguminosas forrajeras en la pradera. Las leguminosas son dos o tres veces superiores en proteína que las gramíneas y fijan nitrógeno al suelo, permitiendo disminuir la fertilización nitrogenada en gramíneas asociadas (Rasmussen *et al.*, 2012). Por otra parte, los suelos ácidos de baja fertilidad (pH <5) son de mayor uso en la ganadería tropical, y en Tabasco ocupan más de 140,000 hectáreas. Además, estos suelos son altamente deficientes en fósforo (< 4 ppm) debido al predominio de arcillas del tipo 1:1 y a la presencia de óxidos de hierro y aluminio (Pastrana, 1994). En praderas asociadas, hay limitada información en las variaciones de proteína de la asociación en suelos ácidos con fuertes problemas de fósforo disponible. El objetivo del presente estudio fue conocer las variaciones en rendimiento de materia seca (RMS) y en concentración de proteína de una asociación gramínea – leguminosa en un suelo ácido de baja fertilidad, con y sin fertilización fosfatada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en condiciones de campo de octubre 2014 a febrero 2015, en el rancho KARIGA SPR de RL, ubicado en el Km 18 de la carretera Huimanguillo – Est. Chontalpa (93° 28' 19.34" LW y 17° 41' 31.59" LN). El suelo fue un Acrisol Úmbrico Cutánico

(Endoarcillico Hiperdistrico Férrico) de baja fertilidad (Salgado-García, 2010), conocido como Sabana, de textura franco-arenoso, pH de 4.7, 7.5% de materia orgánica, 2.76 me 100g de suelo de Capacidad de Intercambio Catiónico, 0.2% de nitrógeno total, 3.62 mg kg⁻¹ de fósforo y 0.16 me 100g de suelo de potasio (Domínguez, 2009). El experimento se estableció en una pradera de *B. humidicola* ya establecida y de topografía homogénea. Las especies estudiadas fueron: La gramínea

Humidicola (*Brachiaria humidicola*) y la leguminosa *Stylo* (*Stylosanthes guianensis*). Se formaron parcelas de 4 m de largo x 1.40 m de ancho. Fueron cuatro tratamientos: T1= Humidicola en monocultivo, T2= Humidicola + Fertilización con P₂O₅, T3= Humidicola + *Stylo*, T4= Humidicola + *Stylo* + Fertilización con P₂O₅. Hubo cuatro repeticiones por tratamiento repartidas aleatoriamente en el terreno. En los tratamientos con asociaciones, el *Stylo* se introdujo en el Humidicola a distancias de 30 cm entre hileras, sembrado por semilla y a “chorrillo” en dosis de 3 kg ha⁻¹. La fertilización fue de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, recomendada por Toledo y Schultze-Kraft (1982) y Pastrana (1994) para suelos de Sabana, y se fraccionó en dos partes iguales. 50 kg ha⁻¹ se aplicaron en la segunda semana de Agosto 2014, y los 50 kg restantes en la segunda semana de febrero 2015. En la primera semana de Septiembre 2014 se realizó el corte de uniformidad en todas las parcelas. El *Stylo* se cortaba a 20 cm sobre el suelo, y el Humidicola a 05 cm, y las cosechas se realizaron cada 35 días contados a partir del corte de uniformidad, realizándose la última cosecha el 25 de febrero de 2015. Las variables de respuesta en cada cosecha fueron: RMS y concentración de proteína de cada parcela. El análisis fue bajo un diseño completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo. La comparación de medias por Tukey (p< 0.05). Se empleó el paquete estadístico de SAS (SAS Institute, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de estudio la temperatura disminuyó en 5°C al pasar del mes de Octubre al mes de Febrero, siendo la temperatura promedio durante este período de estudio de 25 °C, con una temperatura máxima promedio de 31 °C en Octubre 2014, y temperatura mínima promedio de 18 °C en Febrero 2015. La precipitación pluvial fue mayor en el mes de Octubre con 476 mm, y

el mes de diciembre tuvo la menor acumulación de lluvia con 27 mm en promedio.

Rendimiento de Materia Seca (RMS)

El patrón cronológico del RMS fue similar entre tratamientos (Figura 1), con declinación

rápida durante los primeros 35 días de rebrote. La declinación fue de 2.60 t ha^{-1} , en promedio de los cuatro tratamientos, al pasar de octubre a noviembre. Este decrecimiento se relacionó con el descenso de temperatura en 3°C dentro del mismo período (Figura 1).

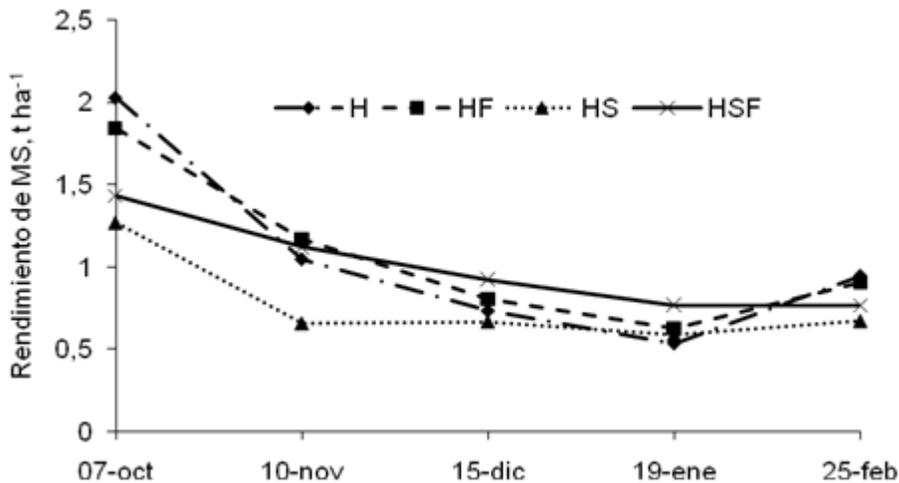


Figura 1. Rendimientos de materia seca de los tratamientos Humidicola en monocultivo (H), Humidicola + Fertilización (HF), Humidicola + Stylosanthes (HS) y Humidicola + Stylosanthes + Fertilización (HSF), a los 35 días de rebrote en diferentes fechas de cosecha.

El Cuadro 1 muestra que el decremento del RMS fue significativo ($p < 0.05$) para todos los tratamientos, excepto para Humidicola + Stylo + Fertilización, cuya disminución en 0.31 t ha^{-1} no fue importante ($p > 0.05$). A partir de la segunda cosecha del 10 de noviembre, solo el Humidicola en monocultivo continuó disminuyendo hasta alcanzar el menor RMS con 532 t ha^{-1} , registrada en la cuarta cosecha del 19 de enero. Los tres tratamientos restantes no registraron cambios importantes ($p > 0.05$). Lo anterior muestra el efecto de la fertilización y de la leguminosa de mitigar el decrecimiento de la gramínea. Se ha observado mayor estabilidad en el RMS de las leguminosas por efecto del clima, que en las gramíneas (Sleugh *et al.*, 2000), Los RMS promedio del período de estudio fueron: 1.05, 1.07, 0.67 y

1.00 t ha^{-1} , con respecto al Humidicola en monocultivo, Humidicola + Fertilización, Humidicola + Stylo y Humidicola + Stylo + Fertilización. El Humidicola en monocultivo registró el mayor RMS promedio en la primera cosecha, pero la variación entre cosechas fue mayor que el resto de los tratamientos. El menor RMS observada en las asociaciones principalmente durante la primera cosecha se debe al menor rendimiento del Humidicola ya que el Stylo por su mayor altura sombreaba la gramínea induciéndole una menor velocidad de crecimiento; lo anterior debido a la forma por la cual fue sembrado el Stylo (en hileras) y a la necesidad del corte desigual (Stylo a mayor altura y Humidicola a menor altura) realizada en cada cosecha. Por lo anterior, al comparar los RMS entre tratamientos dentro

de cada fecha de cosecha (Figura 1), en la primera cosecha los tratamientos Humidicola + Stylo y Humidicola + Stylo + Fertilización, registran los menores RMS (1.35 t ha^{-1} , promedio de ambos tratamientos vs 1.93 t ha^{-1} delos dos tratamientos restantes), y en la segunda cosecha Humidicola + Styloes el tratamiento con rendimiento más bajo (0.65 t ha^{-1} vs 1.10 t ha^{-1} del resto de los tratamientos). A partir de la

tercera cosecha (15 de diciembre), no hubo diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$), con promedios de 0.78 , 0.62 , y 0.822 t ha^{-1} para las fechas de corte del 15 de diciembre, 19 de enero y 25 de febrero, respectivamente. Durante este período, no hubo efecto del fósforo sobre el RMS, dado a la baja solubilidad de este elemento (Friesen *et al.*, 1997), por lo que se requiere mayor tiempo de observación.

Cuadro 1. Rendimiento de materia seca y concentración de fósforo en *B. humidicola* en monocultivo y asociada con *S. guianensis*, con y sin fertilización fosfatada a los 35 días de rebrote durante el invierno 2014-2015. Huimanguillo, Tabasco.

| Tratamientos | Fechas de Corte | Rendimiento de Materia Seca, t ha^{-1} | Proteína g kg^{-1} |
|---|-----------------|---|-----------------------------|
| Humidicola | 07-Oct | 2.02 a | 51.7c |
| | 10-Nov | 1.04 b | 75.8 b |
| | 15-Dic | 0.73 bc | 78.3 b |
| | 19-Ene | 0.53 c | 106.3 a |
| | 25-Feb | 0.94 bc | 102.9 a |
| | <i>Media</i> | <i>1.057</i> | <i>83.0</i> |
| Humidicola + Fertilización | 07-Oct | 1.83 a | 55.7 c |
| | 10-Nov | 1.17 b | 78.2 b |
| | 15-Dic | 0.80 b | 85.7 b |
| | 19-Ene | 0.63 b | 110.5 a |
| | 25-Feb | 0.90 b | 106.7 a |
| | <i>Media</i> | <i>1.071</i> | <i>87.3</i> |
| Humidicola + Stylosanthes | 07-Oct | 1.29 a | 95.2 d |
| | 10-Nov | 0.65 b | 121.4 c |
| | 15-Dic | 0.66 b | 137.5bc |
| | 19-Ene | 0.58 b | 146.8 ab |
| | 25-Feb | 0.67 b | 164.0 a |
| | <i>Media</i> | <i>0.671</i> | <i>132.9</i> |
| Humidicola + Stylosanthes + Fertilización | 07-Oct | 1.42 a | 99.8 c |
| | 10-Nov | 1.11 ab | 146.5 b |
| | 15-Dic | 0.92 ab | 179.1 ab |
| | 19-Ene | 0.76 b | 167.0 ab |
| | 25-Feb | 0.76 b | 192.4 a |
| | <i>Media</i> | <i>1.00</i> | <i>156.9</i> |

Letras diferentes sobre la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

Concentración de Proteína

El patrón cronológico fue similar en los cuatro tratamientos, con un incremento en la concentración de proteína conforme avanzaban las fechas de corte. El incremento promedio fue de 51.1 , 51.0 , 43.6 , y 35.5 g kg^{-1} para Humidicola, Humidicola + Fertilización, Humidicola + Stylo, y

Humidicola + Stylo + Fertilización, respectivamente (Figura 2). Estos incrementos en proteína fueron consistentes con los decrementos en el RMS (Figura 1). Esto es indicativo de una dilución de la concentración de fósforo en la planta a causa del incremento en el RMS, tal y como se ha observado con la concentración de la

proteína, la cual se diluye con el aumento de materia seca de la planta (Reyes-Purata, 2009; Juárez *et al.*, 2011). Al observar los cambios en concentración de proteína entre fechas de cosecha (Cuadro 1), existe una estabilidad en la concentración en las dos últimas fechas de cosecha en los cuatro tratamientos, al no observarse cambios significativos ($p > .05$) entre fechas. Al observar las concentraciones dentro de cada

fecha de cosecha (Figura 2), se observa que el tratamiento Humidicola + Stylosanthes + Fertilización fue el que registró la mayor concentración de proteína ($p < 0.05$) en las diferentes fechas de cosecha, con concentraciones promedio, de ambos tratamientos, de 1.07, 1.46, 1.78 y 1.86 g kg^{-1} MS, para las fechas de corte 07 de octubre, 10 de noviembre, 15 de diciembre y 19 de enero, respectivamente.

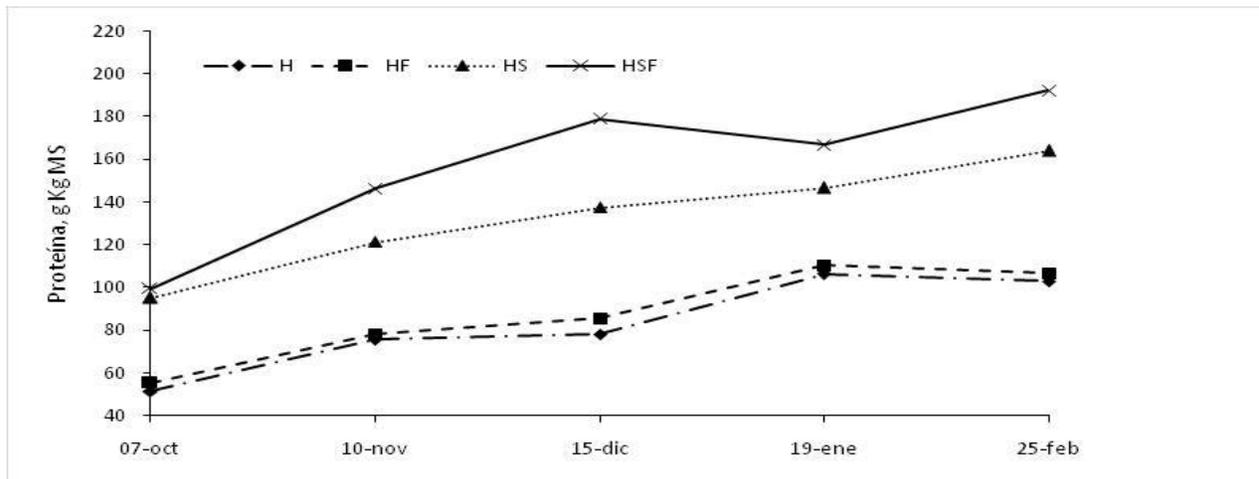


Figura 2. Cambios en la concentración de proteína de los tratamientos Humidicola en monocultivo (H), Humidicola + Fertilización (HF), Humidicola + Stylosanthes (HS) y Humidicola + Stylosanthes + Fertilización (HSF), a los 35 días de rebrote en diferentes fechas de cosecha.

Humidicola + Stylo fue el segundo tratamiento con mayor concentración de proteína. Para los tratamientos Humidicola en monocultivo y Humidicola + Fertilización las concentraciones promedio de ambos tratamientos fueron de 1.9, 1.1, 0.76, 0.58 y 0.92 g kg^{-1} MS, para las mismas fechas de corte en su orden. Al comparar la concentración promedio de proteína del Humidicola en monocultivo con el Humidicola asociado con Stylo, se registra una concentración mayor en 5.0 g kg^{-1} MS. Estos resultados evidencian el claro efecto de la leguminosa y de la fertilización fosfatada cuando es aplicada en suelos ácidos de baja fertilidad, en el incremento de la concentración de proteína de la pradera.

CONCLUSIONES

La concentración de proteína en una pradera se incrementa significativamente al estar conformada por una asociación gramínea – leguminosa, y este incremento se mejora aún más si se aplica fósforo al suelo cuando se trata de un suelo ácido de baja fertilidad. Lo anterior ocurre sin cambios importantes en el rendimiento de materia seca de la pradera.

LITERATURA CITADA

Albayrak, S.;M. Turk2013. Changes in the forage yield and quality of legume-grass mixtures throught a vegetation period. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37: 139 – 147.

- Domínguez-P., F.D. 2009. Respuesta a diferentes niveles de humedad del suelo de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. Tesis de Licenciatura. Universidad Popular de la Chontalpa, Tabasco, México, 56 p.
- Friesen, D.K.; I.M. Rao; R.J. Thomas; A.Oberson; J.I. Sanz. 1997. Phosphorus acquisition and cycling in crop and pasture systems in low fertility tropical soils. *Plant and Soil*. 196: 289 – 294.
- Juárez H.J.; E.D. Bolaños-Aguilar; L.M. Vargas; S. Medina; P.A.Martínez-Hernández.2011. Curvas de dilución de la proteína en genotipos del pasto *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 45 (3): 321 – 331.
- OCDE (Organisationforeconomicco-operation and development). 2002. Strategies to reduce greenhouse gas emissions from road transport: analytical methods. www.oecd.org.
- Pastrana, L.1994. Respuesta de *Brachiaria decumbens* a la aplicación de dos fuentes de fósforo en un suelo ácido. *Pasturas Tropicales*, 16 (1): 32-35.
- Rasmussen, J. S.;K. Pirhofer-Walsl, J. Eriksen. 2012. N₂-fixation and residual N effect of four legume species and four companion grass species. *European Journal of Agronomy*, 36: 66 – 74.
- Reyes-Purata, A.; E.D. Bolaños-Aguilar; D. Hernández-Sánchez, E.M. Aranda-Ibáñez; F. Izquierdo-Reyes. 2009. Producción de materia seca y concentración de proteína en 21 genotipos del pasto Humidicola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Universidad y Ciencia. Trópico Húmedo*. 25: 213.
- Salgado-García S.D.; J. Palma-López; J. Zavala-Cruz; C.F. Ortiz-García; M. Castelan-Estrada; L.C. Lagunes-Espinoza; A. Guerrero-Peña; A.I. Ortiz-Ceballos; S. Córdova-Sánchez. 2010. Sistema integrado para recomendar dosis de fertilizantes (SIRDF): en la zona piñera de Huimanguillo, Tabasco. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. H. Cárdenas, Tabasco, México. 81 p.
- SAS Institute. 2010. User`s Guide: Statistics, version 9.3. SAS Inst. Inc. Cary, N.C. USA.
- Sleugh, B.; K.J. Moore; J.R. George; E.C. Brummer. 2000. Binary legume-grass mixture improve forage yield, quality and seasonal distribution. *Agronomy J*.
- Toledo, J.M.; R.Schultze-Kraft. 1982. Metodología para evaluación agronómica de pastos tropicales. Anual para la evaluación agronómica. Ed. JM Toledo. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 91 p.

PESO AL NACIMIENTO Y GANANCIA DE PESO DE CORDEROS DE MADRES TRATADAS CON SELENO METIONINA

BIRTH AND WEANING WEIGHT IN BORN LAMBS FROM SELENOMETHIONINE TREATED MOTHERS

Miranda Jiménez Leonor^{1*}, Parraguirre Espinosa Alfredo², Herrera Haro Guadalupe José³.

^{1,2,3}. Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Km. 36.5, Carretera México Texcoco, montecillo, Texcoco Estado de México, C.P. 56230. *miranda_leonor@yahoo.com.

RESUMEN

La deficiencia de selenio (Se) afecta el desarrollo de corderos y la productividad de las empresas ovinas. El objetivo fue evaluar si el suministro de selenometionina (SeMet) a ovejas gestantes afecta el peso al nacimiento y la eficiencia de ganancia de peso en sus corderos. Se utilizaron 14 hembras ovinas gestantes, de raza criolla, con peso vivo de 42.5 ± 5.4 kg, edad de 27 ± 6 meses y condición corporal de 2.5 a 3.5. Se emplearon 300 mg animal⁻¹ de levadura enriquecida con Se (0.6 mg) como SeMet. La SeMet se unió a 10 cc de salvado de trigo mezclado con agua, se suministró al grupo con tratamiento (G-Tx); las ovejas testigo (G-T) solo recibieron 10 cc de salvado de trigo. En los primeros cinco días la SeMet se suministró diariamente y posteriormente se dieron dosis de refuerzo semanales, que se finalizaron al destete. Se pesaron los corderos al nacimiento y los días 15, 30, 45 y 60 (día de destete). La ganancia de peso se evaluó con diseño experimental con mediciones repetidas, los datos se analizaron con el PROC MIXED de SAS. Para peso al nacimiento se usó un ANOVA con el PROC GLM. En ambos casos no se encontraron diferencias ($P > 0.05$). No se observaron diferencias en ninguna de las dos variables estudiadas debidas a consumo de SeMet por parte de la madre. Los resultados aquí encontrados muestran que la SeMet consumida por la madre no influye en la condición corporal de su cría.

INTRODUCCIÓN

El Selenio es importante para el desarrollo de varias funciones vitales del organismo, por ejemplo: 1) Es parte integral del sitio activo de las selenoenzimas antioxidantes funcionalmente activas (Glutación peroxidasa; GSH-Px), tiorredoxin-reductasa (TRs), Oxido-dismutasa (ODs) y catalasa, 2) Induce apoptosis por mecanismo no conocido, 3) Estimula el sistema inmunológico, 4) Interviene en el funcionamiento de la glándula tiroides, 5) Modula la expresión de genes que codifican las seleno proteínas (Se-p), 6) Interviene en la producción de energía mitocondrial junto con la vitamina E, 7) Estimula la producción de prostaglandinas y ubiquinona ó coenzima Q10, y 8) y Contribuye en aspectos reproductivos como desarrollo de folículos, incremento en número de cuerpos lúteos y fertilidad (Carmona-Fonseca, 2010, Vázquez *et al.*, 2014).

Cualquier especie animal puede presentar deficiencia de selenio: En su forma aguda produce muerte súbita por falla cardiaca asociada con cambios degenerativos en miocardio (Revilla *et al.*, 2008); en ovinos adultos es común que presenten distrofia muscular nutricional (DMN) ó enfermedad del musculo blanco, retraso en el crecimiento e infertilidad (Wu *et al.*, 2012). La forma subclínica provoca debilidad muscular del recién nacido (Hall *et al.*, 2014).

Para contrarrestar los estragos producidos por deficiencia es necesario administrar Selenio, tanto en su forma inorgánica como orgánica, de ellas la que se utiliza con frecuencia es la orgánica, predominantemente la selenometionina (SeMet; López *et al.*, 2012) porque presenta, mayor margen de bioseguridad, es eficaz para el enriquecimiento del contenido de Selenio y GSH-Px en leche (Carmona-Fonseca, 2010; Miranda *et al.*, 2009) y presenta mayor biodisponibilidad que las fuentes inorgánicas

(Resendiz *et al.*, 2012) evitando alteraciones provocadas por posible selenosis; al respecto, La Food and Drug Administration USA (FDA, 2005) establece que la cantidad de Selenio administrado en la dieta de los animales rumiantes no debe exceder 3 ppm animal⁻¹ día⁻¹ para evitar posibles alteraciones en el animal. No obstante, Carlson *et al.* (2009) proporciono a bovinos y ovinos levadura enriquecida con Se a concentraciones 20 veces superiores a 3 ppm sin observar signos de toxicidad, ventaja que se ha aprovechado para proporcionar selenio unido a proteína (selenio orgánico) evitando provocar toxicidad.

Tanto el Selenio como la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px) son poderosos protectores del sistema inmunológico y contrarrestan el efecto tóxico producido por radicales libres, producto importante de funciones metabólicas normales. A nivel de glándula tiroides elevan la presencia de tirocitos que presentan efectos poderosos contra el daño celular por radicales libres (Beckett y Arthur, 2005). En células primarias de glándula mamaria de vaca (Miranda *et al.*, 2009), se ha observado incremento de la expresión de GSH-Px específicamente la 1 y la 3 y viabilidad celular en cultivo con adición de SeMet, de esta forma se observa que la ruta de defensa antioxidante en glándula mamaria está marcada por GSH-Px1 y GSH-Px3 y que la SeMet resulta de ayuda para incrementar estas enzimas. La adición directa de Selenio al calostro, eleva de IgG en becerros recién nacidos (Hall *et al.*, 2014). La SeMet es más eficaz que las formas inorgánicas en su capacidad para transferir Selenio a los lactantes humanos y de otras especies mediante el amamantamiento, reduciendo así el riesgo de deficiencia de Selenio en la descendencia (Rayman *et al.*, 2008) y mejora en su respuesta inmune.

Al final de la gestación y en lactancia temprana hay una fuerte relación metabólica de Selenio entre la madre-hijo; la provisión de Selenio a la madre durante este periodo es crucial para satisfacer los requerimientos en el cordero que está por nacer y el recién nacido. En cabras y ovejas a finales de la gestación se ha visto que la madre transfiere Selenio a su hijo aun cuando esto signifique disminución notoria en sus propios niveles (Ghany *et al.*, 2007). EL aporte de Selenio madre-hijo se ha relacionado con aumento de glucosa en placenta y esto a su vez con el peso del feto, ovejas con deficiencia de selenio tienen fetos de masa reducida en comparación con las ovejas con Selenio (Lekartz *et al.*, 2010), peso que es reflejado en retraso productivo futuro.

Por ello el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto que el Selenio ocasiona sobre el peso al nacimiento y ganancia de peso al destete del cordero cuando la madre consume selenio como SeMet.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó de Noviembre de 2014 a Marzo de 2015, en la comunidad de Chimalpa, Chiautla, México, localizada en las coordenadas 19° 34' 11.0" latitud norte, y 98° 53' 12.9" longitud oeste del meridiano de Greenwich, a altura de 2266 msnm (Garmin, 2007). El municipio presenta clima templado semiseco con lluvias abundantes en verano y de escasas a fines de la primavera e inicios de otoño, la temperatura media anual es de 11°C a 19°C, con una máxima de 32°C y mínima de 6°C (De la Cruz *et al.*, 2013).

Se utilizaron 14 hembras ovinas de lana (*Ovis aries*), gestantes no sincronizadas, de raza criolla, con peso vivo (PV) y edad promedio de 42.5 ± 5.4 kg y 27 ± 6 meses respectivamente, condición corporal de 2.5 a 3.5 en escala de 1 a 5 (England, 2009), las ovejas de mantuvieron con el manejo que se

proporciona de forma cotidiana en la unidad de producción.

Las ovejas fueron alimentadas con; heno de avena (*Avena sativa*), maíz y alfalfa (*Medicago sativa*), y maíz molido, el total de alimento proporcionado fue de 1.4 kg (97.2% MS) y 2.1 kg (96% MS) oveja⁻¹día⁻¹, divididos en una ración matutina y una vespertina. Un día antes de iniciar el suministro de SeMet se realizó pesaje, determinación de edad y condición corporal de las ovejas. Se hizo un estudio coproparasitoscópico mediante la técnica de flotación, sin que se encontraran indicios de parasitismo. Se decidió no suministrar vitaminas para evitar la interferencia que pudiera causar el sinergismo de la vitamina E con el Selenio y prevenir alteración en los resultados.

Se realizó la aleatorización para formar un grupo tratamiento (G-Tx) y un grupo testigo (G-T), con el programa de computo Minitab 14 (Minitab, 2003), tomando en consideración como factor preponderante la edad del animal al momento de aleatorizar, al iniciar del experimento no se contó con el dato de tiempo de gestación de las ovejas, éste se calculó conforme se fueron presentando los partos, tomando como referencia el tiempo de gestación de 150 ± 5 días (Senger, 2003).

Se utilizó un producto comercial conteniendo levadura enriquecida con Selenio a 2000 ppm, equivalente al 2% de SeMet. Las dosis individuales se pesaron con una balanza analítica digital y se envasaron en sobres de papel bond. Las ovejas G-Tx recibieron vía oral 300 mg de producto comercial equivalente a 0.6 mg de selenio, Los 300 mg fueron mezclados con 10 cc de salvado de

trigo y agua para obtener una consistencia pastosa, para el depósito vía oral se utilizó como dispositivo una jeringa graduada de 20 cc despojada de la zona de anclaje de la aguja. A las ovejas G-T únicamente se administró salvado de trigo mezclado con agua.

Se suministró 300 mg de producto comercial oveja⁻¹ día⁻¹ cada 24 h por cinco días consecutivos, posteriormente suministro intermitente de la misma dosis a cada siete días hasta el término del experimento. La finalización del experimento se consideró al momento del destete, cuando los corderos cumplieron 60 días de edad.

Para conocer la influencia del Selenio transferido madre-cría en el desarrollo del cordero lactante se pesaron los corderos hijos de borregas del G-Tx y G-T, al nacimiento y los días 15, 30, 45 y 60 de edad. El pesaje se hizo con una báscula digital colgante, con múltiplos de 5 g. Todos los pesajes de corderos se realizaron de forma regular entre las 08:00 y 09:00 horas de los días programados.

La ganancia de pesos en corderos se evaluó con diseño experimental con mediciones repetidas, los datos fueron analizados con el PROC MIXED de SAS (Herrera y Garcia, 2014). Para el peso al nacimiento se usó un Diseño completamente al azar con análisis por ANOVA con SAS. Con el modelo asociado:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación LSMEANS indicó diferencia entre la ganancia de peso a 15 días ($P \leq 0.05$) sin que se observe diferencia entre los datos correspondientes a los días 30, 45 y 60 ($P > 0.05$; Cuadro 1, Fig. 1).

Cuadro 1. Cuadrados Medios Ajustados De La Ganancia De Peso De Corderos Hijos De Ovejas Tratadas Con Selenometionina.

| TRATAMIENTO | | | TIEMPO | | | | | | P>F | | |
|-------------|------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-----|-------------|--------|-------|
| 1 | 2 | EEM | | | | | | | TRATAMIENTO | TIEMPO | T * T |
| 1154 | 1266 | 115 | T | 1502.5 | 1100.0 | 1103.2 | 1135.7 | 129 | 0.50 | 0.04 | 0.97 |
| | | | T*T1 | 1435.0 | 1091.4 | 1020.7 | 1070.7 | 182 | | | |
| | | | T*T2 | 1570.0 | 1108.5 | 1185.7 | 1200.7 | 182 | | | |

1=corderos hijos de ovejas con suministro de selenometionina, 2=cordero hijos de ovejas testigo, ganancia de peso en los días 15, 30, 45 y 60 de edad. T=tiempo, T*T1= interacción tratamiento*tiempo en ovejas con suministro de selenometionina. T*T2=interacción tratamiento*tiempo en ovejas testigo. P>F. T*T=interacción tratamiento*tiempo.

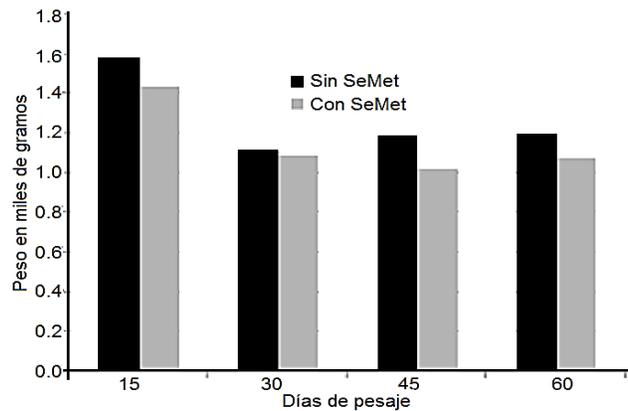


Figura 1. Ganancia de peso al destete de corderon nacidos de ovejas tratadas con selenometionina. Sin SeMet, corderos nacidos de ovejas testigo. Con SeMet, corderos nacidos de ovejas tratadas con selenometionina.

El ANOVA para peso al nacimiento de corderos, no mostro diferencia con respecto al G-T ($P \geq 0.05$), al respecto la gráfica

presenta tendencias numéricas superiores para corderos nacidos de ovejas G-Tx (Fig. 2).

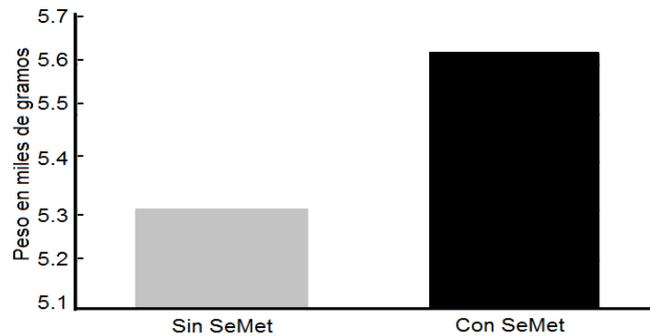


Figura 2. Peso al nacimiento de corderos nacidos de ovejas tratadas con selenometionina. Sin SeMet, Corderos nacidos de ovejas testigo. Con SeMet, corderos nacidos de ovejas tratadas con selenometionina.

Las ovejas usadas en este estudio tuvieron un plano nutricional balanceado y una condición corporal por arriba de la media usando la escala de 1 a 5 (England, 2009), estos resultados concuerdan con los obtenidos por Hammer *et al.* (2011) y Lekartz *et al.* (2010), quienes concluyeron que ovejas con plano nutricional adecuado y dosificación adecuada de SeMet tenían corderos con mejor peso en comparación con ovejas de plano nutricional restringido y elevado. Así mismo, Hammer *et al.* (2011) y Resendiz *et al.* (2012) menciono que la ausencia de efectos puede estar relacionada con el metabolismo ruminal, bajo la hipótesis de que los minerales orgánicos o inorgánicos suelen sobrepasar el rumen unidos a proteína bacteriana lo que retarda o inhibe su efecto. Por su parte, López *et al.* (2012) Mencionaron que las bacterias ruminales metabolizan la forma inorgánica de Selenio, incorporándolo a la proteína microbiana como SeMet, por lo que un aumento en la retención microbiana puede causar competencia con el animal; desde nuestra percepción se puede presentar una disminución del Selenio disponible para su aprovechamiento metabólico y este pudo haber sido el caso de los animales utilizados en la presente investigación.

LITERATURA CITADA

- Beckett, G. J. y J. R. Arthur. 2005. Selenium and endocrine systems. *Journal of Endocrinology*, 184: 455-465
- Carlson, D. B.; J. J. Reed; P. P. Borowicz; J. B. Taylor; L. P. Reynolds; T. L. Neville. 2009. Effects of dietary selenium supply and timing of nutrient restriction during gestation on maternal growth and body composition of pregnant adolescent ewes. *J. Anim. Sci.* 87: 669-680
- Carmona-Fonseca, J. 2010. Selenio en suero y plasma: epidemiología y valores de referencia. *Rev. Panam. Salud Pública.* 28 (5): 388-398.
- De la Cruz, R. J.; H. S. Josefina y C. A. Agallo. 2013. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, Estado de México, Chiautla [en línea]. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15028a.html>. [consulta: 5 febrero 2015].
- England, J. 2009. Visual aids to increase the awareness of condition scoring of sheep a model approach. *Department of Agriculture and Food, Western Australia. Farming Systems Journal* 5 (1): 185-190.
- FDA (Food and Drug Administration) USA 2005. CVM update. FDA permits the use of selenium yeast in sheep and goat feed. Disponible en: http://fda.gov/cvm/CVM_Updates/SEsheep.htm.
- Ghany, H. A.; A. R. Lopez; V. A. Revilla; B. E. Ramírez y P. J. Tortora. 2007). The relationship between fetal and maternal selenium concentrations in sheep and goats. *Small Ruminant Research* 73: 174-180.
- Garmin eTrex, H. 2007. Global positioning system "GPS" Garmin eTrex H. © Garmin Ltd. Garmin International, Inc.
- Hall, J. A.; G. Gobe; W. R. Vorachek; Ch. T. Estill; W. D. Mosher; G. J. Pirelli. 2014. Effect of supranutritional maternal and colostral selenium supplementation on passive absorption of immunoglobulin G in selenium-replete dairy calves. *J. Dairy Sci.* 97: 4379-4391.
- Hammer, C. J.; J. F. Thorson; A. M. Meyer; D. A. Redmer; J. S. Luther; T. L. Neville. 2011. Effects of maternal selenium supply and plane of nutrition during gestation on passive transfer of immunity and health in neonatal lambs. *J. Anim. Sci.* 89: 3690-3698.
- Herrera, H. J. y A. C. Garcia. 2014. *Bioestadística en ciencias veterinarias*

- procedimientos de análisis de datos con SAS. Ed. Universidad complutense de Madrid. (2^a. Ed). Madrid, España.
- Lekatz, L. A.; Ward, M. A., Borowicz, P. P., Taylor, J. B., Redme, D. A., Grazul-Bilska, A.T. (2010). Cotyledonary responses to maternal selenium and dietary restriction may influence alterations in fetal weight and fetal liver glycogen in sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 117: 216-225.
- López, G. A.; B. J. Ramírez; A. R. López; V. A. Revilla; P. J. Tórtora; G. J. Bárcena. 2012. Balance de selenio en corderos suplementados con selenio orgánico. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo.* 28 (2): 173-180.
- Minitab, 2003. MINITAB 14. State College Pennsylvania. Minitab Inc.
- Miranda, S. G.; Y. J. Wang; N. G. Purdie; V. R. Osborne; B. L. Coomber; J. P. Cant. 2009. Selenomethionine stimulates expression of glutathione peroxidase 1 and 3 and growth of bovine mammary epithelial cells in primary culture. *J. Dairy Sci.* 92:2670-2683.
- Rayman, M. P.; I. H. Goenaga; M. Sargent. 2008. Food-chain selenium and human health: spotlight on speciation. *British Journal of Nutrition* 100: 238-253.
- Resendiz, H. M.; G. J. Barcena; G. M. Crosby; P. J. Cobos; H. J. Herrera; G. P. Hernandez. 2012. Efecto del selenio y cromo orgánicos, y *saccharomyces cerevisiae* en la degradación *in situ* de la dieta, fermentación ruminal y crecimiento de borregos. *Agrociencia.* 46: 745-755.
- Revilla, V. A.; B. E. Ramírez; A. R. López; C. M. Hernández; P. J. Tortora; G. E. García. 2008. Suplemento de selenio con bolos intrarruminales de selenito de sodio en ovinos. *Agrociencia.* 42: 629-635.
- Senger, P. L. 2003. Pathways to pregnancy and parturition. Second revised edition. Ed. Current conceptions Inc. pp: 304-325
- Vázquez, H.S.D. 2014. Mejoramiento del funcionamiento ovárico de cabras, mediante el suministro de Selenio orgánico. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/2468/Vazquez_Hernandez_SD_MC_Ganaderia_2014.pdf.
- Wu, G.; B. Imhoff-Kunsch; A. W. Girard. 2012. Biological mechanisms for nutritional regulation of maternal health and fetal development. *Pediatric and Perinatal Epidemiol.* 26 (1): 4

DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA Y PRODUCCIÓN LÁCTEA ESTIMADAS DE MATERIALES DE TRITICALE DE HÁBITO DE CRECIMIENTO INVERNAL
FIBER DIGESTIBILITY AND MILK PRODUCTION ESTIMATED TO TRITICALE MATERIALS OF WINTER GROWTH HABIT

José Guadalupe Terrazas Prieto^{1*} y Marco Antonio Guerrero Chávez²

¹ INIFAP-C.E. Delicias-km 2.5 carr. Delicias-Rosales C.P. 33000. ² ALCODESA, S.A. Calle Julimes S/N Parque Industrial Delicias C.P. 33000 Delicias, Chihuahua, México.

* terrazas.jose@inifap.gob.mx.

RESUMEN

En parcelas de 8 m² con una densidad de siembra de 100 kg/ha, fertilizadas con 120-52-0 kg/ha, sembradas el 2 de noviembre del 2013 se evaluaron seis materiales de triticale de hábito de crecimiento invernal y se compararon con un testigo. El rendimiento de forraje en MS en cinco cortes varió de 10.5 a 13.6 t/ha, este forraje de los cuatro primeros muestreos presentó un alto contenido de energía neta de lactancia de 1.47 a 1.79 Mcal/kg de MS, una alta digestibilidad estimada de la fibra detergente neutro de 74.1 a 89.9% de la FDN, el consumo estimado fue alto por lo que la calidad del forraje se clasificó como muy buena y excelente y originó que la producción de leche estimada por vaca y por hectárea fueran altas. En base a la producción láctea calculada por hectárea los materiales de triticale 114 y 109 fueron los más sobresalientes y superaron al testigo, por lo que son una alternativa para producir leche en base a pastoreo.

Palabras clave: Selección, genotipos, calidad nutritiva.

ABSTRACT

In plots of 8 m² with a planting density of 100 kg/ha, fertilized with 120-52-0 kg/ha, planted on November 2, 2013 six material triticale winter growth habit were evaluated and compared with a witness. Forage yield DM in five cuts ranged from 10.5 to 13.6 t/ha, the forage of the first four cuts showed a high content of net energy for lactation from 1.47 to 1.79 Mcal/kg DM, high digestibility estimated neutral detergent fiber from 74.1 to 89.9% of the NDF, the estimated intake was high so forage quality was rated as very good and excellent and led to estimated milk production per cow and per hectare were high. Based on estimated milk production per hectare triticale materials 114 and 109 were the most outstanding and exceeded the witness, so they are an alternative for milk production based on grazing.

Key words: Selection, genotypes, nutritional quality.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Chihuahua la mayor superficie de praderas cultivadas de riego son las anuales de invierno principalmente de ballico anual y mezclas de este con cereales de grano pequeño. Cuando las praderas cultivadas se aprovechan con pastoreo por el ganado es una forma económica de cosechar el forraje y puede ser una opción rentable para producir leche y carne. Sin embargo para implementar su uso se deben de tomar en cuenta una serie de aspectos para tener éxito y los más importantes son: especies a sembrar, fecha de siembra, densidad

de siembra, riegos, fertilización, manejo adecuado del pastoreo (días de pastoreo y descanso) y la alimentación complementaria al ganado.

En la actualidad existe un desorden en géneros, especies, variedades y materiales de cereales de grano pequeño que se recomiendan para su uso bajo pastoreo. El ballico anual tarda bastante tiempo para estar listo para iniciar su pastoreo y en años más fríos disminuye su crecimiento en los meses de diciembre y enero, razón por la cual se siembra en mezcla con cereales de

grano pequeño, sin embargo no se utilizan los materiales más apropiados. Los triticales de hábito de crecimiento invernal son los más adecuados para usarse solos o en mezcla con ballico anual o bien con triticales de hábito de crecimiento facultativo para aprovecharse con pastoreo y presenta las siguientes ventajas al compararse con el ballico anual y cereales de grano pequeño de hábito de crecimiento de primavera y facultativos.

Tienen mayor eficiencia en el uso del agua de riego (Mashhady *et al.* 1982; Giunta *et al.* 1993), son de rápido crecimiento y pueden ser pastoreados en 60-70 días después de su siembra (Terrazas 1998), toleran heladas extremas (Furman *et al.* 1997) por lo que se pueden utilizar desde el municipio de Delicias hasta el de Guerrero, Chihuahua, se adapta bien a suelos con sales (Francois *et al.* 1988), tiene tolerancia a algunas enfermedades fungosas (Sheodhan *et al.* 1979). y lo más importante es que su forraje en etapas de crecimiento vegetativo es de excelente calidad nutritiva (Miller *et al.* 1996).

Las variedades de triticales de hábito de crecimiento invernal se han registrado principalmente en Europa, algunas en Canadá y Estados Unidos (Briggs 2001) y ninguna en México. Ellos necesitan 500 horas frío para completar su ciclo de vida (con temperatura base de 4.4°C) y son diferentes agrónomicamente y morfológicamente a los triticales de hábito de crecimiento primaveral y facultativo (UPOV 1989, Royo y Blanco 1999). El objetivo de esta actividad fue seleccionar materiales de triticales de hábito de crecimiento invernal en base a su valor alimenticio y potencial estimado de producción de leche.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron seis materiales de triticales de hábito de crecimiento invernal preseleccionados en anteriores evaluaciones y un testigo que usan los productores. La

evaluación se llevó a cabo en un lote agrícola del municipio de Rosales Chihuahua. La siembra se realizó manualmente en parcelas de 8 m² en hileras separadas a 18.5 cm, se utilizaron 100 kg/ha de semilla, la fecha de siembra fue el 2 de noviembre del 2013, la dosis total de fertilización fue 120-52-0 para lo cual a la siembra se aplicó la dosis 60-52-0 y el 23 de enero del 2014 después de realizar la primera cosecha se fertilizó con 60 kg/ha de nitrógeno.

De noviembre a diciembre del 2013 se acumularon 58 mm de lluvia. El riego fue por gravedad y se aplicaron 8 riegos. El ensayo se analizó con el diseño de bloques al azar con tres repeticiones y prueba de DMS. El forraje se cosechó manualmente en cinco fechas, se pesó en verde y se tomó una muestra de 350 g y se secó en estufa de aire forzado, se molieron con malla de 1mm y a dos muestras por triticales de los cuatro primeros muestreos se les determinó y calculó en el Laboratorio de Control de Calidad de ALCODESA, S.A. lo siguiente: Minerales por incineración a 550 °C, Proteína bruta: (PB) Kjeldahl (N X 6.25), Fibras ácido y neutro detergente: ADF y NDF con el analizador de fibras ANKOM., Grasa: (EE), Digestibilidad celular de la materia seca: con el método de pepsina-celulasa de (Aufreere 1982), Digestibilidad de la materia orgánica con la fórmula: $Dig\ MO = (0.63 \times Dig\ MS) + 29.7$, La FDN indigestible: $FDN\ indig = (785 - ((8.62 \times Dig\ MO))) / 10$, El consumo de forraje, la ENL, la producción de leche vaca/día se estimaron en base al PreValim del INRA (Baumont *et al.* 1999). La producción de leche por hectárea se calculó con la cantidad de materia seca necesaria para producir un litro de leche y el rendimiento por hectárea de forraje en base a MS de cada material. La clasificación de la calidad del forraje de los triticales se realizó con la siguiente escala: Donde DE= Densidad energética, ENL= Energía de lactación y US= Unidades de consumo.

Clasificación de la calidad de forrajes.

| Clase | D. E. (EN/US) |
|-----------|---------------|
| Excelente | Mayor de 1.60 |
| Muy buena | 1.50-1.59 |
| Buena | 1.40-1.49 |
| Mediana | 1.30-1.39 |
| Mala | Menor de 1.30 |

2014. Lab. Control de Calidad de ALCODESA, S.A.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el rendimiento de forraje en MS el material de triticale 114 fue el más rendidor ($P < 0.05$), después el 123, 74 y 109 y los menos productivos fueron 132, 139 y testigo. En los forrajes tanto el contenido total de FDN como su cantidad indigestible son muy importantes en la nutrición de rumiantes, ya que afectan el consumo, por lo que es necesario en la interpretación de análisis nutritivos indicar, tanto su concentración, el porcentaje indigestible en la evaluación y

selección de forrajes. En la presente prueba los materiales de triticale en evaluación superaron al testigo en los cuatro muestreos que se analizaron (cuadros 1, 2, 3 y 4) ya que su forraje presentó menor contenido de FDN y FDN indigestible, así mismo presentaron mayor densidad energética, más alto consumo potencial de forraje que originó una superior calidad nutritiva, mayor producción estimada de leche y fueron más eficientes (cuadro 5).

Cuadro 1. Componentes de la calidad nutritiva del forraje y producción láctea estimados de materiales de triticale de hábito de crecimiento invernal en el primer muestreo del 21 de enero del 2014, Rosales, Chihuahua, México.

| | Materiales de triticale | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 114 | 119 | 74 | 139 | 123 | 132 | Testigo |
| Rendimiento forraje en MS t/ha | 3.47 | 3.00 | 3.15 | 4.06 | 2.89 | 2.49 | 3.68 |
| FDN % de la MS | 41.38 | 34.98 | 36.47 | 37.05 | 36.58 | 33.56 | 43.02 |
| FDN indigestible % de la MS | 7.47 | 7.82 | 8.82 | 9.29 | 9.44 | 9.58 | 11.04 |
| FDN digestible % de la MS | 33.91 | 29.16 | 27.64 | 27.76 | 27.12 | 20.00 | 31.98 |
| Digestibilidad de la FDN % de la FDN | 81.94 | 83.36 | 75.78 | 74.92 | 74.13 | 71.51 | 74.33 |
| Energía neta de lactancia Mcal/kg de MS | 1.74 | 1.72 | 1.69 | 1.63 | 1.63 | 1.62 | 1.55 |
| Densidad energética | 1.94 | 1.95 | 1.86 | 1.80 | 1.79 | 1.77 | 1.63 |
| Clase de calidad | Exce | Exce | Exce | Exce | Exce | Exce | Exce |
| Consumo de MS kg/vaca/día | 19.91 | 20.02 | 19.93 | 18.48 | 18.64 | 18.11 | 16.68 |
| Producción de leche litros/vaca/día | 32.95 | 33.15 | 29.65 | 26.25 | 27.25 | 25.7 | 21.55 |
| Producción de leche litros/hectárea por corte | 5,832 | 4,967 | 4,938 | 5,903 | 4,224 | 3,542 | 4,533 |
| Eficiencia kg de MS para producir 1 litro de leche | .595 | .603 | .635 | .688 | .684 | .704 | .811 |

Cuadro 2. Componentes de la calidad nutritiva del forraje y producción láctea estimados de materiales de triticale de hábito de crecimiento invernal en el segundo muestreo del 12 de febrero del 2014, Rosales, Chihuahua, México.

| | Materiales de triticale | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 114 | 119 | 74 | 139 | 123 | 132 | Testigo |
| Rendimiento forraje en MS t/ha | 3.63 | 3.33 | 3.39 | 3.10 | 3.61 | 3.38 | 3.35 |
| FDN % de la MS | 42.00 | 41.8 | 49.4 | 41.00 | 42.7 | 41.1 | 50.5 |
| FDN indigestible % de la MS | 4.90 | 4.24 | 3.80 | 5.71 | 6.68 | 6.12 | 8.71 |
| FDN digestible % de la MS | 37.61 | 37.12 | 37.14 | 35.31 | 35.88 | 76.58 | 41.81 |
| Digestibilidad de la FDN % de la FDN | 88.42 | 89.97 | 75.14 | 86.12 | 80.02 | 89.00 | 82.79 |
| Energía neta de lactancia Mcal/kg de MS | 1.75 | 1.76 | 1.79 | 1.69 | 1.69 | 1.68 | 1.65 |
| Densidad energética | 1.97 | 2.03 | 1.91 | 1.90 | 1.94 | 1.89 | 1.78 |
| Clase de calidad | Exce | Exce | Exce | Exce | Exce | Exce | Exce |
| Consumo de MS kg/vaca/día | 20.68 | 20.14 | 21.19 | 19.65 | 19.61 | 19.36 | 18.01 |
| Producción de leche litros/vaca/día | 35.90 | 34.75 | 38.25 | 30.4 | 31.3 | 30.4 | 26.4 |
| Producción de leche litros/hectárea por corte | 6,308 | 5,757 | 6,130 | 4,874 | 5,766 | 5,381 | 4,920 |
| Eficiencia kg de MS para producir 1 litro de leche | .576 | .579 | .553 | .635 | .629 | .636 | .682 |

Cuadro 3. Componentes de la calidad nutritiva del forraje y producción láctea estimados de materiales de triticale de hábito de crecimiento invernal en el tercer muestreo del 15 de marzo del 2014, Rosales, Chihuahua, México.

| | Materiales de triticale | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 114 | 119 | 74 | 139 | 123 | 132 | Testigo |
| Rendimiento forraje en MS t/ha | 5.08 | 4.39 | 4.13 | 3.03 | 5.04 | 3.94 | 3.03 |
| FDN % de la MS | 53.1 | 53.2 | 55.5 | 51.6 | 55.1 | 51.9 | 55.3 |
| FDN indigestible % de la MS | 6.97 | 11.42 | 13.06 | 11.23 | 13.81 | 11.19 | 12.94 |
| FDN digestible % de la MS | 41.16 | 41.82 | 40.46 | 40.42 | 40.74 | 40.71 | 42.31 |
| Digestibilidad de la FDN % de la FDN | 77.51 | 78.61 | 75.61 | 78.33 | 73.93 | 78.43 | 76.64 |
| Energía neta de lactancia Mcal/kg de MS | 1.54 | 1.55 | 1.53 | 1.57 | 1.63 | 1.56 | 1.65 |
| Densidad energética | 1.61 | 1.64 | 1.56 | 1.70 | 1.56 | 1.56 | 1.40 |
| Clase de calidad | Exce | Exce | MB | Exce | MB | MB | Buena |
| Consumo de MS kg/vaca/día | 16.39 | 18.17 | 19.11 | 16.73 | 15.74 | 15.92 | 15.7 |
| Producción de leche litros/vaca/día | 19.7 | 23.95 | 25.4 | 20.9 | 16.95 | 18.8 | 17.8 |
| Producción de leche litros/hectárea por corte | 6,114 | 5,791 | 4,039 | 3,786 | 4,433 | 4,659 | 4,680 |
| Eficiencia kg de MS para producir 1 litro de leche | .831 | .758 | .552 | .800 | .928 | .846 | .882 |

Cuadro 4. Componentes de la calidad nutritiva del forraje y producción láctea estimados de materiales de triticale de hábito de crecimiento invernal en el cuarto muestreo del 11 de abril del 2014, Rosales, Chihuahua, México.

| | Materiales de triticale | | | | | | |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| | 114 | 119 | 74 | 139 | 123 | 132 | Testigo |
| Rendimiento forraje en MS t/ha | 1.38 | 0.91 | 1.08 | 0.72 | 0.40 | 0.89 | 1.31 |
| FDN % de la MS | 50.51 | 46.19 | 47.24 | 44.48 | 48.87 | 48.84 | 50.52 |
| FDN indigestible % de la MS | 12.49 | 11.25 | 13.10 | 11.04 | 11.90 | 11.45 | 15.48 |
| FDN digestible % de la MS | 38.02 | 36.92 | 34.16 | 33.44 | 36.97 | 37.44 | 35.03 |
| Digestibilidad de la FDN % de la FDN | 75.28 | 79.93 | 72.32 | 75.17 | 75.54 | 76.65 | 69.33 |
| Energía neta de lactancia Mcal/kg de MS | 1.53 | 1.56 | 1.52 | 1.58 | 1.52 | 1.52 | 1.42 |
| Densidad energética | 1.63 | 1.69 | 1.61 | 1.71 | 1.63 | 1.62 | 1.47 |
| Clase de calidad | Exce | Exce | Exce | Exce | Exce | Exce | Buena |
| Consumo de MS kg/vaca/día | 16.84 | 17.42 | 16.59 | 17.62 | 16.88 | 16.80 | 15.63 |
| Producción de leche litros/vaca/día | 19.85 | 22.5 | 19.30 | 23.15 | 20.15 | 20.25 | 15.15 |
| Producción de leche litros/hectárea por corte | 1,862 | 1,952 | 1,820 | 1,546 | 1,410 | 1,671 | 1,413 |
| Eficiencia kg de MS para producir 1 litro de leche | .848 | .774 | .858 | .761 | .837 | .928 | 1.032 |

Exce=Excelente MB=Muy buena

Cuadro 5.- Producción de leche por hectárea estimada y eficiencia para producir leche de materiales de triticale de hábito de crecimiento invernal en el esquema de uso pradera para verdeo, Rosales, Chih. 2014.

| Material de triticale | Leche/ha litros/ha | Producción relativa % | Material de teiticale | Eficiencia kg MS/litro de leche | Eficiencia relativa % |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 114 | 20,121 a | 129.4 | 109 | .698 | 118.0 |
| 109 | 18,467 b | 118.8 | 74 | .700 | 117.7 |
| 74 | 16,927 c | 108.9 | 114 | .712 | 116.3 |
| 123 | 16,833 c | 108.3 | 139 | .721 | 115.3 |
| 139 | 16,109 c | 103.6 | 123 | .768 | 109.7 |
| 132 | 15,403 c d | 99.1 | 132 | .779 | 108.5 |
| Testigo | 15,547 d | 100.0 | Testigo | .851 | 100.0 |

En general el valor alimenticio del forraje de los materiales de triticale en proceso de selección presentó valores más bajos en los muestreos del 15 de marzo y 11 de abril del 2014, quizá por mayores edades del rebrote más la interacción de las temperaturas y radiación solar más altas.

CONCLUSIONES

En base al potencial estimado de producción de leche por hectárea los materiales de triticale más sobresalientes fueron el 114 y 109, los cuales son una opción para producir leche en base a pastoreo.

LITERATURA CITADA

- Aufrere J. 1982. Etude de la prevision de la digestibilite des fourrages par un methode enzymatique. Ann. Zootech. 31 :13-30.
- Baumont R, Champciaux P, Agabriel J, Andrieu J, Aufrere J, Michalet-Doreau B, Demarquilly C. 1999. An integrated tool to predict feed value for ruminants : PrevAlim for INRAtion. INRA Prod. Anim. 12, 183-194, Theix, Fr.
- Briggs G K. 2001. The growth Potential of Triticale in Western Canada. Alberta Agriculture, Food and Rural

Development Government of Alberta.
131 p.

Francois, L.E.; T.J. Donovan, E.V. Maas and G.L. Rubenthaler. 1988. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth and germination of triticale. *Agron. J.* 80(4): 642.

Furman, B.J.; C.O. Qualset, B. Skovmand, J.H. Heaton, H. Corke and D.M. Wasenberg. 1997. Characterization and analysis of North American triticale genetic resources. *Crop Sci.* 37(6): 1951.

Giunta, F.; Motzo, R. and M. Deidda. 1993. Effect of drought on yield and componenets of durum wheat and triticale in a Mediterranean enviroment. *Field Crops Research.* 33(4): 399. Resumen In: *Wheat, Barley and Triticale Abstracts.* 1994. 11(1): 107.

Miller, G.L.; R.E. Joost and C.R. Richardson. 1993. Forage and grain yields of wheat and triticale as affected by forage management practices. *Crop Sci.* 33(5): 1070.

Royo, C and R Blanco. 1999. Growth and analysis of five spring and five winter triticale genotypes. *Agron. J.* 91(2): 305.

Sheodhan, S. Sharma, S.K., Nayar, S.K, Goel, L.B. and S.C. Chatterjee. 1979. Performance of wheat and triticale cultivares against hill bunt. *Indian Phytopathology.* 32(2): 276. Resumen In: *Triticale abstracts.* 8(1): 4.

Terrazas, P.G. 1998. Rendimiento de forraje y grano de líneas experimentales de triticale de invierno con pastoreo en Delicias. En: XXXIV Reunión Nacional de Inv. Pecuaria, Querétaro, Qro. México. p.34.

PERFIL BROMATOLÓGICO Y NUTRICIONAL DEL MEZQUITE (*Prosopis laevigata*) EN REGIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS

BROMATOLOGICAL AND NUTRIMENTAL PROFILE OF THE MEZQUITE (*Prosopis laevigata*) IN SEMIARIDS REGIONS OF ZACATECAS STATE

García-Cervantes D.¹, Quero-Carrillo A. R.², Muro-Reyes A.¹, Gutiérrez-Piña F. J.¹, Espinoza-Canales A.¹, Sánchez-Gutiérrez R. A.³ Gutiérrez-Bañuelos H.^{1*}

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México. 98500. *gtzbahector@hotmail.com. ²Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. ³Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R. Zacatecas, México.

RESUMEN

El objetivo de ésta investigación fue caracterizar bromatológica y nutricionalmente el Mezquite (*Prosopis laevigata*) en regiones semiáridas del estado de Zacatecas. La toma de muestras se realizó en las estación del año de otoño, primavera y verano, y comprendió 40 muestreos aleatorios por estación (120 en total) en una superficie de 20 ha en la región semiárida de Zacatecas. Se realizó la caracterización bromatológica usando técnicas del AOAC y análisis de fibras detergentes de Van Soest usando el equipo Ankom. La determinación de proteína fue mediante el equipo Leco Nitrogen Analyzer. Además se calcularon las energías. Se realizó una comparación para las variables entre medias mínimas cuadráticas usando como efecto mayor la estación del año, y se usó la prueba de poder Tukey para medir variación. La PC presentó diferencias entre las estaciones del año ($P < 0.05$) promediando 26% en primavera, 16 y 18% en otoño y verano. La FND fue estadísticamente diferente, promediando 44, 56 y 61 %, respectivamente para otoño, primavera y verano. La energía neta de ganancia (Mcal/kg) fue de 0.4, 0.5 y 0.2 respectivamente para otoño, primavera y verano. La ingestión esperada (%BW) promedió 2.7, 2.1 y 2.0, siendo el otoño (primer valor) diferente ($P < 0.05$) a los dos posteriores (primavera y verano). Se concluye que el rebrote del mezquite (primavera) representa un excelente forraje para mantener el ganado y para moderadas tasas de ganancia. Además, aunque su consumo es menor en otoño y verano, en estas estaciones representa excelente fuente proteica.

Palabras clave: Forraje, rebrote, estación del año, proteína.

ABSTRACT

The main aim of the present research project was the bromatological and nutritional characterization of Mezquite (*Prosopis laevigata*) with in semiarid regions of Zacatecas state. Samples were obtained during fall, spring and summer, and 40 random samples were taken per season (120 in total) with in an area of 20 hectares in the semiarid region of Zacatecas. Bromatologic characterization was done using standard AOAC methods, and Van Soest fiber analysis using Ankom equipment. Protein determination was obtained using Leco Nitrogen Analyzer. Energies were computed. Least square means were assessed using as a main effect year season, and tukey as a power test to assess differences. Crude protein (%) was different ($P < 0.05$) with in year season averaged 26, 16 and 18 respectively for spring, summer and fall. Neutral detergent fiber was statistically different ($P < 0.05$) averaging 44, 56 and 61% respectively for fall, spring and summer. Net energy for gain (Mcal/kg) was different ($P < 0.05$) averaging 0.4, 0.5 y 0.2, respectively for fall, spring and summer. Dry matter intake (%BW) computed was different ($P < 0.05$) averaging 2.7, 2.1 y 2.0 respectively for fall, spring and summer. It was concluded that mesquite regrowth (spring) is an excellent forage for maintenance of cattle and moderate growth rates. Moreover, even consumption decrease in fall and summer, during those year season represents an excellent protein source.

Key words: Forage, regrowth, year season, protein.

INTRODUCCIÓN

Las zonas semiáridas de México se caracterizan por una frecuente deficiencia de forraje, como resultado de la poca cantidad y errática distribución de las lluvias, aunado a la mala condición en la que se encuentran la mayoría de los agostaderos por sobrepastoreo. La base para mantener una ganadería exitosa es asegurar el abasto de forraje para el ganado durante todo el año (CNZA, 1994). Alrededor del mundo se han realizado varios estudios para encontrar fuentes alternas de proteína y energía para la alimentación animal en las zonas rurales (Ortega y Vázquez, 1996). A lo largo de la historia un recurso ampliamente benéfico para las comunidades asentadas en las zonas áridas y semiáridas del norte de México ha sido el mezquite (*Prosopis spp.*), debido a los amplios beneficios económicos y ecológicos que representa (CNZA, 1994). A pesar de los diversos usos que se le puede dar al mezquite y de sus relevantes papeles ecológicos, la superficie de su distribución ha disminuido en varios estados de México a causa de cambio de uso de suelo, sobrepastoreo, y por sobreexplotación, principalmente para obtención de leña y carbón. Las áreas de mezquiales presentan una tasa de disminución de superficie de 5 054 Ha/año en el estado de Coahuila, 500 Ha/año para el estado de Durango, 70 Ha/año para el estado de Zacatecas, y 340 Ha/año en el estado de Chihuahua (Ríos *et al.*, 2011).

El mezquite es un recurso natural que crece principalmente en zonas áridas y semiáridas; en México, esas zonas abarcan una superficie de 1.9 % del territorio nacional, y representa un total de 3, 555, 000 Ha. En México, el mezquite existe en forma natural en varios estados, siendo abundante en los del norte y centro (Estrada, 1993; Villanueva, 2004). Es considerado un recurso natural muy importante para las zonas áridas y semiáridas,

debido a los diferentes usos, tales como: alimento para el ganado (hojas y vainas), y alimentación humana (Pennington y Sarukán, 1998; PRONARE, 1999; Gutiérrez *et al.*, 2012). Es un árbol espinoso que alcanza hasta los 10 metros de altura; sus raíces pueden tener más de 50 metros de profundidad y hasta 15 metros en sus laterales. Los tallos presentan corteza oscura y ramas con abundantes espinas axilares o terminales. Las hojas son compuestas, bipinnadas con 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares, que miden de 5 a 10 mm de largo. Las flores presentan un color amarillo verdoso, están agrupadas en racimos, con medidas de 4 a 10 mm, son bisexuales, tienen cinco sépalos y diez estambres. El fruto es una vaina que puede ser de color paja o rojizo violáceo, con forma alargada, recta o arqueada, puede medir de diez a treinta centímetros de longitud, ser plano o cilíndrico en la madurez y contener de 12 a 20 semillas (Valenzuela, 2011). Se estima que la producción anual de vaina en el Altiplano Zacatecano varía de 4 a 50 kg/árbol y de 200 a 2200 kg/ha, en densidades de 25 a 445 árboles/ha (INIFAP, 2003; CONABIO, 2013 y FAO, 2013).

Posee diversos usos industriales, alimenticios y medicinales, debido a que la mayoría de sus estructuras y algunos componentes químicos (goma, vainas, tronco, ramas, hojas y flores) son susceptibles de aprovechamiento (Estrada, 1993). Actualmente sus principales usos son como forraje para ganado doméstico y fauna silvestre, las flores como fuente de polen y néctar para la producción de miel en explotaciones apícolas, la goma que excreta la planta como fuente de compuestos con efectos positivos en la salud y como sustituto de la goma arábiga (uso industrial). La madera del mezquite es fuerte y durable, por lo que puede ser utilizada para la fabricación de muebles, puertas y como leña y carbón (Meza y Osuna, 2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

El experimento se realizó en un predio ubicado en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas a 23° 36' 23.26'' N y 102° 10' 25.49 O, con una elevación sobre el nivel del mar de 2013 m. En un potrero de 20 h, se procedió a muestrear aleatoriamente los Mezquites (*Prosopis laevigata*). Los muestreos se realizaron en otoño (18 de octubre del año 2012), primavera (25 de abril del 2013) y verano (el 26 de julio del 2013), 40 muestreos por estación del año para un total de 120.

Caracterización bromatológica y nutricional

Las muestras se deshidrataron a 60°C durante 48h y se molieron en un molino con una criba de 1mm. A las muestras se les determinó la cantidad de cenizas incinerando las muestras a 550°C por 4 h, y por diferencia entre la materia seca (MS) y la ceniza se obtuvo la materia orgánica (MO). Las Fibras Neutro (FND) y Ácido detergentes (FAD) fueron analizadas de forma secuencial mediante el Ankom200 (Ankom Technology). La proteína cruda (PC) fue obtenida con la determinación del N total por análisis de combustión (Leco FP-428, Leco Corporation, St. Joseph, MI) y multiplicado por el factor de corrección 6.25. Los cálculos de energía fueron calculados de la siguiente manera: energía neta de mantenimiento (ENm)= $1.037-0.0124 \cdot \text{FAD}$ y la energía neta de ganancia (ENg)= $(2.54 - (2.42 / (\text{ENm} \cdot 2.2))) / 2.2$. Los nutrientes digestibles totales fueron obtenidos mediante $8 + 86 \cdot \text{ENI}$. El consumo en materia seca en base al porcentaje de peso corporal (DMI, % BW) fue calculado como $120 / (\% \text{NDF})$ y el valor relativo del forraje (RFV) se calculó como $\text{DMI} \cdot \text{DDM} / 1.29$ (Moore and Undersander, 2002).

Análisis estadístico

Mediante un análisis de medias repetidas (Analysis of Repeated Measures Data), se obtuvieron comparaciones de medias mínimas cuadráticas, usando como efecto principal la estación del año (otoño, primavera y verano), además se empleó la prueba de poder Tukey para asegurar las diferencias, lo anterior usando PROC MIXED de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se muestran en el Cuadro 1. La PC (%; $P < 0.05$) inicia baja en el otoño (16%; aumentando en primavera (26%) y baja en verano (18%). Sin embargo, los requerimientos de proteína para mantenimiento del ganado varían entre el 7 y el 8% (Van Soest, 1991), por lo que el mezquite representa una buena fuente de proteína para mantenimiento y moderadas tasas de ganancia. Se han reportado valores de proteína del mezquite entre 12 y 18% (INIFAP, 2004), ligeramente por debajo de los valores obtenidos en el presente trabajo. Así mismo, los valores de fibras ($P < 0.05$) empiezan bajos en el otoño pero se incrementan conforme se acentúa la época de primavera y verano lo que se ve reflejado en una disminución drástica en la energía disponible para el ganado conforme transcurre la sequía. Sin embargo los requerimientos de ENm (Mcal/kg) permanecen adecuados pudiendo aportar el mantenimiento de los animales y moderadas tasas de ganancia (NRC, 2000). Los valores de fibras (%) reportados oscilan en FND 34 y la FAD 23 respectivamente con una digestibilidad de 43 % (INIFAP, 2004).

Cuadro 1. Caracterización bromatológica, nutricional y forrajera de mezquite (*Prosopis laevigata*) en regiones semiáridas de Zacatecas.

| Variable | Otoño | Primavera | Verano | EEM | P |
|----------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|--------|
| PC | 16.3 ^a | 26.3 ^b | 18.6 ^c | 0.63 | <0.001 |
| FND | 44.2 ^a | 56.2 ^b | 61.4 ^c | 0.90 | <0.001 |
| FAD | 32.5 ^a | 18.8 ^b | 39.6 ^c | 0.70 | <0.001 |
| ENm | 0.6 ^a | 0.8 ^b | 0.5 ^c | 0.008 | <0.001 |
| ENG | 0.4 ^a | 0.5 ^b | 0.2 ^c | 0.01 | <0.001 |
| TND | 62.5 ^a | 77.1 ^b | 55.0 ^c | 0.74 | <0.001 |
| DMI_BW | 2.7 ^a | 2.1 ^b | 2.0 ^b | 0.04 | <0.001 |
| RFV | 135.0 ^a | 123.2 ^b | 88.6 ^c | 2.48 | <0.001 |

^{abc}Valores con diferente literal en cada variable difieren usando como prueba de poder Tukey (P<0.05).

CONCLUSIONES

El valor nutricional del mezquite se incrementa en la primavera disminuyendo paulatinamente en otoño y verano. Los valores nutricionales representan suficiente cantidad de energía y proteína para el mantenimiento, y ligeras ganancias en las tres estaciones estudiadas.

LITERATURA CITADA

CNZA, 1994. Instituto Nacional de Ecología. Mezquite *Prosopis* spp. Cultivo Alternativo para las Zonas Áridas y Semiáridas de México. Becerra G. Editorial INE, México: pp 5.

CONABIO. 2013. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Herbario Virtual. <http://www.conabio.gob.mx/otros/cgiin/herbario.cgi>

Estrada, S. L. 1993. Estudios sobre el potencial técnico de aprovechamiento de la goma, vainas, hojas y madera del mezquite (*Prosopis* spp) en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Estado de México, México.

FAO. 2013. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura. Comisión de recursos genéticos para la alimentación y

la agricultura. http://www.fao.org/index_es.htm

Gutiérrez, L. R., Rodríguez, T. D., Martínez, T. G., Aguirre, C. C. E., y Sánchez, G. R. A. 2012. Bancos de Proteína para Rumiantes en el Semiárido Mexicano. Folleto Técnico Número 47. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP, 32 Páginas.

INIFAP. Instituto Nacional de investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. CIRNOC. Campo Experimental La Campana. Manual de Plantas Forrajeras. 2003. Folleto Técnico No. 8. Chihuahua, Chih. México.

INIFAP. Instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias, campo experimental San Luis Potosí. Suplementación con costilla de vaca y vaina de mezquite a cabras en lactancia. Despegable para productores no.16.

Meza, S. R, L. E. Osuna. 2003. Estudio dasométrico del mezquite en la zona de las Pocitas, B.C.S. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noroeste. Campo Experimental Todos Santos. La Paz, B.C.S. México. Folleto Científico No.3.

Moore JE and Undersander J. Relative Forage Quality: An alternative to

- Relative Feed Value and Quality Index. Proceeding 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, 2002. pp 16-32.
- NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th edition. 2000. NAP.
- Ortega Nieblas, M., y Vázquez Moreno, Luz (1996). Protein Quality and Antinutritional Factors of Wild Legume Seeds from the Sonoran Desert. *J. Agric. Food Chem.* Volumen 44 (10): pp 3130–3132.
- Pennington, T. y J. Sarukán. 1998. Árboles Tropicales de México. Segunda edición. UNAM - Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- PRONARE. 1999. Fichas Técnicas de Especies Forestales Estratégicas. No. 1-3. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. SEMARNAP-PRONARE. México, D.F.
- Ríos, S. J. C, C. R. Trucíos, N. L. M. Valenzuela, P. G. Sosa, S. R. Rosales. 2011. Importancia de las poblaciones de mezquite en el norte-centro de México. CENID-RASPA. Durango, México.
- Ruíz, T. D. R. 2011. Uso potencial de la vaina de mezquite para la alimentación de animales domésticos del Altiplano Potosino. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México.
- Valenzuela, N. L. M., C. R. Trucios, S. J. C. Ríos, H. A. Flores, B. J. L. González. 2011. Caracterización dasométrica y delimitación de rodales de mezquite (*Prosopis spp*) en el estado de Coahuila. *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17: 87-96.
- Van Soest. Ruminant Nutrition. 2nd Edition. 1991. Cornell University.
- Villanueva, D. J., I. R. Jasso, O. E. Cornejo, T. C. Potisek. 2004. El mezquite en la Comarca Lagunera: su dinámica, volumen maderable y tasas de crecimiento anual. *Agrofaz* 4: 633-648.

RENDIMIENTO FORRAJERO DE CUATRO VARIEDADES DE PASTO CULTIVADAS EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN EL ESTADO DE DURANGO

FORAGE YIELD IN FOUR GRASS CULTIVARS GROWN IN A SILVOPASTORAL SYSTEM IN THE STATE OF DURANGO

Rigoberto Rosales Serna¹, Cynthia Adriana Nava Berumen^{2*}, Rafael Jiménez Ocampo¹, Pablo Alfredo Domínguez Martínez¹, José Ángel Sigala Rodríguez¹, Francisco Óscar Carrete Carreón².

¹INIFAP-Durango. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. ²Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UJED. km 11.5 Carretera Durango-El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170. *cynthia1905@yahoo.com.mx.

RESUMEN

En Durango, la superficie establecida se incrementó con plantaciones forestales y se buscaron opciones productivas para este sistema de cultivo. El objetivo fue evaluar el rendimiento de cuatro variedades de pasto forrajero cultivadas en un sistema silvopastoril con pino. La siembra se realizó en una plantación forestal de *Pinus greggii* y se utilizó pasto ballico anual (*Lolium multiflorum* cvs. Maximus y Hércules), ballico perenne (*Lolium perenne* cv. Green Perenne) y pasto bromo (*Bromus willdenowii* cv. Matua). Se sembró con una máquina Aitchinson Grassfarmer 1414C y se fertilizó con la dosis 96-70-00 (N-P₂O₅ y K₂O). Se realizaron cinco muestreos, en los cuales las plantas de cada especie fueron cortadas 5 cm por arriba de la superficie del suelo y pesadas, en una balanza digital portátil con una precisión de 0.1 g, para obtener el forraje verde. Después, se colocaron las muestras en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C para obtener el peso seco. Se registraron diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre variedades para la producción de forraje verde y seco. Las variedades de ballico anual y perenne resultaron estadísticamente iguales para forraje verde acumulado (87.9 t/ha a 90.8 t/ha) y superaron significativamente al pasto bromo Matua (58.4 t/ha). Se observó tendencia similar en forraje seco, la variedad Maximus mostró un rendimiento de 19.5 t/ha y resultó estadísticamente igual a Hércules ($p > 0.05$; 17.9 t/ha) y Green Perenne (17.8 t/ha); mientras que bromo Matua fue significativamente inferior ($p < 0.05$; 14.4 t/ha). Se cuenta con opciones productivas para el sistema agroforestal *Pinus greggii*-pastos forrajeros.

Palabras clave: *Pinus greggii*, forraje, producción, alimentación.

INTRODUCCIÓN

En Durango, se incrementó la superficie establecida con plantaciones forestales de especies leñosas y en 2013 se alcanzó un total de 1,866 ha (SEMARNAT, 2015). En los últimos cinco años, el gobierno estatal ha implementado proyectos de plantaciones forestales en coordinación con empresarios de la industria de la madera. Con ello, se espera compensar la deforestación registrada en Durango como resultado de un proceso histórico de perturbación gradual del bosque mediante el aprovechamiento forestal y la ampliación de las áreas de pastizal y siembra de cultivos agrícolas. El crecimiento de la superficie dedicada a la ganadería y agricultura desplazó a los bosques, aunque en

muchos casos los terrenos son inadecuados para la crianza de ganado y el cultivo de especies agrícolas. El resultado es una baja productividad y un alto costo ambiental, debido a que se observa la pérdida de áreas boscosas y erosión del suelo.

Las plantaciones forestales a nivel comercial se utilizan para la obtención de diferentes insumos industriales como son: madera, pulpa, leña y árboles de ornato. Las principales especies forestales utilizadas en las plantaciones de Durango son *Pinus greggii*, *P. cooperi*, *P. durangensis* y *P. engelmannii* (Maldonado y Návar, 2002). Sin embargo, los largos turnos de aprovechamiento desalientan el establecimiento de plantaciones forestales y

la mayoría de los productores desisten de la continuidad para su utilización, lo que afecta la rentabilidad de algunos proyectos que se han emprendido en Durango.

Los sistemas agroforestales se relacionan con el uso del mismo terreno para la producción de plantas leñosas, cultivos agrícolas y crianza de animales domésticos (Musálem, 2002). Estos sistemas permiten el uso eficiente de los recursos disponibles (tierra, agua, mano de obra), incrementan la producción por unidad de superficie y ayudan en el control de la erosión (Roger y Dennis, 1993; Pinedo *et al.*, 2004). Dentro de los sistemas agroforestales se puede distinguir la modalidad silvopastoril, en la que se observa la presencia de árboles, arbustos, pastos, forrajes y animales en un sistema integral (López *et al.*, 2013). En Durango, se ha propuesto el uso de sistemas agroforestales para el cultivo de especies intercaladas en los callejones de plantaciones comerciales de pino para incrementar la eficiencia productiva (Rosales *et al.*, 2015). Es posible intercalar pastos forrajeros, con la finalidad de obtener beneficios adicionales durante el periodo de espera para el aprovechamiento de las especies perennes. Los beneficios que se obtienen con el cultivo de especies forrajeras es el incremento de la disponibilidad de alimento de bajo costo para el ganado bovino.

Los cultivos utilizados en las plantaciones agroforestales deben ser tolerantes a las bajas temperaturas y al sombreado, aunque en el cultivo en callejones se pueden sembrar también plantas intolerantes a la sombra (Musálem, 2002; Rosales *et al.*, 2015). Se considera que el uso de plantas anuales en sistemas agroforestales constituye una opción para mejorar la fertilidad del suelo (Musálem, 2002). Asimismo, varias especies de pasto pueden ser utilizadas bajo sistemas silvopastoriles en la producción de forraje para alimentación del ganado. En Durango,

se han identificado pastos con alta producción de biomasa que pueden ser utilizadas para la producción intensiva de forraje (Flores *et al.*, 2015; Jiménez *et al.*, 2015). Es necesario, validar dichas especies y variedades para verificar su adaptación en un sistema silvopastoril, como una alternativa de producción de forraje para alimentar el ganado durante la estación de invierno y se evitará la pérdida de peso y el decaimiento de los animales. El objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento de cuatro variedades de pasto forrajero cultivadas en un sistema agroforestal con pino.

MATERIALES Y MÉTODOS

La siembra se realizó el cuatro de octubre de 2014 en los callejones de una plantación forestal de *Pinus greggii* establecida en 2001 en las instalaciones del Campo Experimental Valle del Guadiana, sede del INIFAP en Durango. El sitio se encuentra ubicado a 23° 59' 24" N, 104° 37' 28" O y una altitud de 1,880 m. Se utilizaron dos variedades de ballico anual (*Lolium multiflorum* cv. Maximus y Hércules), una de ballico perenne (*Lolium perenne* cv. Green perenne) y una de pasto bromo (*Bromus wildenowii* cv. Matua). La siembra se realizó mecánicamente, con una máquina Aitchinson Grassfarmer 1414C. Se sembraron franjas apareadas (8 por especie y variedad), las cuales tenían 2 m de ancho y 15 cm entre las hileras de plantas de pasto. La longitud de las franjas fluctuó entre 50 y 200 m y la fertilización se realizó manualmente con la dosis (96-70-00) aplicada a los 95 días después de la siembra (DDS). Se aplicaron cuatro riegos de auxilio y éstos combinados con la lluvia ocurrida durante el ciclo (396mm) permitieron el mantenimiento del cultivo en condiciones adecuadas de humedad (sin estrés hídrico). El control de la maleza se realizó mediante la aplicación del herbicida Full-Mina® (2,4-D amina) a los 111 DDS. El muestreo de los forrajes se

inició en febrero de 2015 (118 DDS), una vez que se observó una altura superior a los 30 cm en todas las especies y variedades incluidas en el estudio. Se realizaron cuatro cortes: uno en marzo (172 DDS), abril (200 DDS), mayo (228 DDS) y junio (262 DDS), con lo que se logró un total de cinco muestreos. El muestreo fue sistemático, con dos muestras equidistantes en las cuatro franjas centrales de cada especie y variedad. La obtención de las muestras se realizó con la ayuda de un cuadrante de 50 cm x 50 cm (2,500 cm²) y dentro de su perímetro se cortaron las plantas a 5 cm de la superficie del suelo. Para determinar la cantidad de forraje verde (FV), las plantas se colocaron en bolsa de papel y se registró el peso. Después, las muestras de FV se secaron en una estufa de aire forzado a 60 °C hasta constante, con lo cual se determinó el rendimiento de forraje seco.

Luego de cada muestreo, el pasto de las franjas se cortó mecánicamente (desvaradora John deere®), para después dejarlo crecer hasta el corte siguiente. Los datos obtenidos en cada muestreo fueron utilizados para estimar el rendimiento de forraje (verde y seco) en toneladas por hectárea (t/ha). El análisis de varianza de los datos se obtuvo utilizando un diseño completamente aleatorio y la comparación de medias se determinó con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron diferencias significativas (figura 1; $p \leq 0.01$) entre variedades para la producción de forraje verde y seco. En el primer muestreo la variedad de ballico perenne (Green Perenne) registró el rendimiento más alto de forraje verde (25.8

t/ha), aunque resultó estadísticamente igual a la variedad de ballico anual Hércules (23.6 t/ha). Por su parte, el pasto bromo cv. Matua registró un rendimiento significativamente inferior (15.0 t/ha), debido a la susceptibilidad al herbicida (2,4-D amina), el cual afectó las plantas de esta variedad. Lo anterior, influyó considerablemente en los muestreos subsecuentes, ya que el pasto bromo mostró valores estadísticamente inferiores al resto de las variedades evaluadas, alcanzando un total acumulado, en los cinco muestreos, de 58.4 t/ha. Las variedades sobresalientes en todos los muestreos y que mostraron la mayor cantidad de forraje verde acumulado, durante el periodo de evaluación, fueron Hércules (90.8 t/ha) y Green Perenne (87.9 t/ha).

En el primer muestreo, el rendimiento de forraje seco fue estadísticamente igual (Fig. 2; $p > 0.05$) en la mayoría de las variedades, con valores entre 4.7 t/ha (Maximus) y 5.2 t/ha (Green Perenne). El pasto bromo cv. Matua registró el rendimiento significativamente inferior (4.1 t/ha), en todos los muestreos, por lo que registró un valor acumulado de forraje seco de 14.4 t/ha. Las otras variedades y especies de pasto registraron valores entre 17.8 t/ha (Green Perenne) y 19.5 t/ha (Maximus). Los resultados obtenidos bajo el sistema silvopastoril difirieron con respecto a los registrados por Flores *et al.*, (2014) y Jiménez *et al.*, (2014) en cultivo convencional, establecido durante el ciclo otoño-invierno 2013-2014, en el cual se obtuvieron rendimientos de forraje verde superiores a las 200 t/ha y más de 35 t/ha para el caso del forraje seco, con las mismas variedades incluidas en el presente estudio.

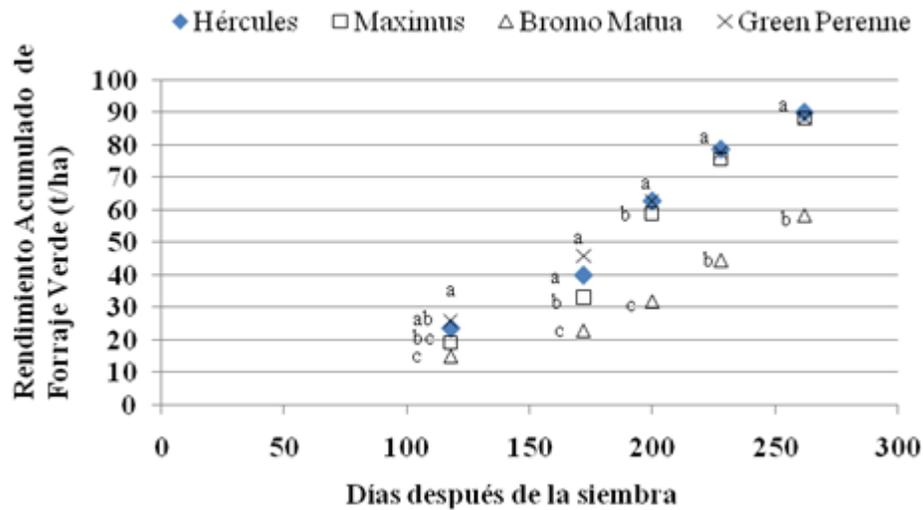


Figura 1. Rendimiento de forraje seco en cuatro variedades de pasto cultivado en invierno bajo un sistema silvopastoril con *Pinus greggii*.

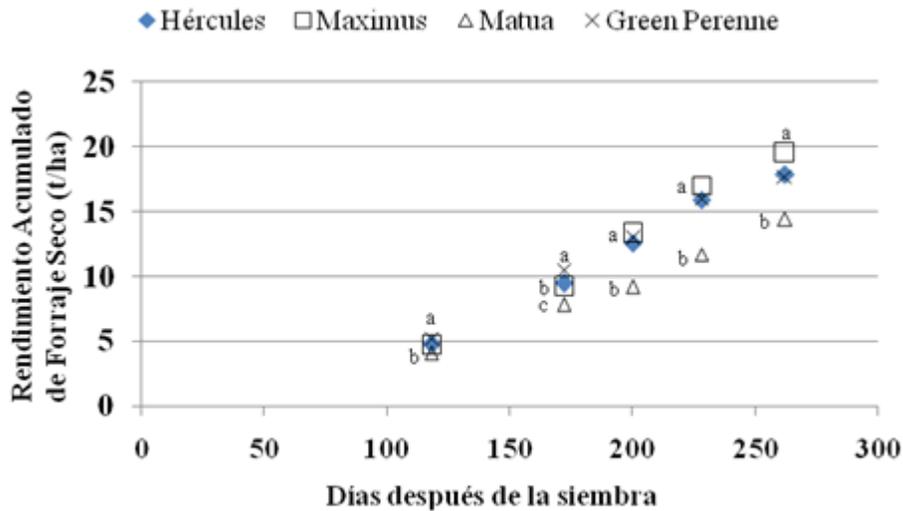


Figura 2. Rendimiento de forraje seco en cuatro variedades de pasto cultivado en invierno bajo un sistema silvopastoril con *Pinus greggii*.

Los resultados obtenidos se relacionaron con la falta de fertilización al momento de la siembra, las diferencias en las variables meteorológicas, aplicación de agroquímicos y el sombreado ocasionado por el sistema agroforestal. Las temperaturas mostraron diferencia entre años y en el caso de la

temperatura máxima se observó un promedio de 24.6 °C en 2014 y 24.1 °C en 2015. Por su parte, la temperatura mínima fue de 7.9 °C en 2014 y 7.2 °C en 2015. En contraste, la cantidad de lluvia acumulada fue de 46.2 mm en 2014 y 395.8 mm en 2015; observándose además periodos de cinco días con lluvia

acumulada de 66.8 mm. Lo anterior, retrasó el crecimiento y productividad de las variedades y especies de pasto incluidas en el estudio. Las condiciones meteorológicas y el sistema de manejo mostraron influencia sobre el rendimiento forrajero de las variedades y especies evaluadas. A pesar de lo anterior, los resultados mostraron que se cuenta con opciones productivas para el sistema silvopastoril *Pinus greggii* y pastos forrajeros.

CONCLUSIONES

Los pastos de tipo ballico anual (Hércules y Maximus) y perenne (Green Perenne) mostraron igual rendimiento acumulado de forraje verde cuando fueron cultivados durante el invierno en un sistema silvopastoril bajo condiciones de riego.

El pasto bromo cv. Matua registró rendimiento bajo de forraje verde y seco, debido al manejo y condiciones meteorológicas registradas en 2014-2015.

Se tienen opciones productivas para aprovechar espacios en plantaciones forestales en la obtención de forraje para el ganado bovino.

AGRADECIMIENTO

Se agradece el apoyo recibido de los recursos fiscales INIFAP, a través del proyecto: Sistemas agroforestales para la reconversión productiva en zonas de transición y semiáridas de la región norte-centro de México.

LITERATURA CITADA

Flores G., H.; P. A. Domínguez M.; R. Rosales S.; R. Jiménez O.; M. V. Montelongo T.; C. A. Nava B. 2014. Rendimiento y calidad de forraje invernal obtenido con diferentes variedades de pasto anual cultivadas en Durango. Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía- FAZ-UJED. Gómez Palacio, Dgo. México. pp. 413-418.

Jiménez O., R.; R. Rosales S.; P. A. Domínguez M.; M. V. Montelongo T.; C. A. Nava B.

2014. Rendimiento y calidad de forraje invernal obtenido con diferentes especies de pasto perenne. 1er. Congreso Internacional de Investigación Agropecuaria y Forestal. Edo. Méx. Méx. pp. 779-786.

López V., E.; J. J. Miguel E.; A. Xolo M. 2013. Establecimiento de un sistema silvopastoril mixto en fajas, con especies madereras y forrajeras (*Tabebuia rosea*, *Gliricidia sepium*) en Jesús Carranza, Veracruz. Consultado en línea 19/07/2015 http://www.academia.edu/4399430/PROYECTO_SILVOPASTORIL

Maldonado A., D.; J. Nívar C. 2002. Ajuste y predicción de la distribución Weibull a las estructuras diamétricas de plantaciones de pino de Durango, México. Madera y Bosques 8(1): 61-72.

Musálem, M. A. 2002. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 8(2): 91-100.

Pinedo E., J. M.; C. J. I. Cortés F.; M. T. Colinas L.; A. Turrent F.; G. Alcantar G.; J. Rodríguez A.; M. Livera M.; A. D. Hernández F. 2004. Calidad de fruto de durazno 'Diamante' y 'CP-88-8' intercalados en maíz y frijol. Revista Chapingo Serie Horticultura 10(2): 211-217.

Roger, F.; R. D. Dennis. 1993. Developing an effective southern pea and sweet corn intercrop system. Hort Technology 33(2): 178-183.

Rosales S., R.; J. A. Sigala R.; M. Torres M.; H. Sarmiento L. 2015. Common bean and low cost inoculation as components of sustainable agroforestry systems in Durango, México. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 58(1): 125-126.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2015. Consulta temática. Plantaciones Forestales Comerciales.

http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RFORESTA09_02&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

ANÁLISIS DE ARSÉNICO, PLOMO Y COBRE EN CARNE DE GANADO BOVINO POR POSIBLE CONTAMINACIÓN ANTROPOGÉNICA

ANALYSIS OF ARSENIC, LEAD AND COPPER IN BEEF CATTLE BECAUSE OF A POSSIBLE ANTHROPOGENIC POLLUTION

Ana Azucena Flores Martínez, Leonor Cortés Palacios*, Gabriela Corral Flores, Gilberto
Sandino Aquino De Los Ríos, Marusia Rentería Villalobos.

Universidad Autónoma de Chihuahua - Facultad de Zootecnia y Ecología. Perif. Francisco R. Almada km 1, Chihuahua, Chih.
México. C.P. 33820. *lcortes@uach.mx

RESUMEN

El propósito del presente estudio fue determinar presencia de metales pesados en carne de ganado bovino engordado en tres sistemas de producción (concentrado, silvopastoril intensivo y silvopastoril intensivo más pulido de arroz), ubicados en el Valle de Apatzingán, Michoacán. Se sabe que las actividades antropogénicas como la minería y agricultura intensiva pueden causar acumulación de metales pesados en el suelo y las plantas lo que ocasiona que el ganado los consuma y los acumule en el músculo. Cuando estos animales se sacrifican el músculo se transforma en carne para consumo humano, lo que puede ser un riesgo para la salud, ya que en el tejido puede existir presencia de metales pesados. Por esta razón fue importante cuantificar los niveles máximos permisibles de metales pesados en la carne de bovino basados en la normatividad. Se analizaron 102 muestras de carne músculo *Logissimus dorsi*, las cuales fueron sometidas a digestión ácida en un microondas marca MULTIWAVE GO 60 Hz, y para la identificación y cuantificación de metales pesados se utilizó ICP-OES y un estándar Perkin Elmer. De los tres sistemas se obtuvieron los siguientes promedios; Cobre (Cu) 27.42ppm, Arsénico (As) 11.91 ppm, Plomo (Pb) 17.46 ppm. Se concluye que la carne analizada contiene altas concentraciones de cobre, arsénico y plomo ya que se sobrepasa límites máximos permisibles según la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994, esto puede implicar un riesgo para los habitantes de la zona.

Palabras clave: Bioacumulación, músculo, As, Pb, Cu.

INTRODUCCIÓN

El Servicio Geológico Mexicano (2013) menciona que el Estado de Michoacán tiene una importante actividad minera, siendo: oro, plata, cobre, fierro y plomo los principales productos de extracción. Los metales pesados son especies químicas no degradables. Madero y Marrugo (2011) afirman que una vez arrojados al medio ambiente, sólo pueden distribuirse entre los entornos aire - agua - suelo, a veces cambia su estado de oxidación, o se incorporan a los seres vivos como lo pueden ser plantas y animales. La presencia de metales pesados en alimentos constituye un tema de actualidad debido a la contaminación de la cadena trófica involucrada y a los daños que ocasionan a la salud pública. Alcocer *et al.* (2007) señalaron que la detección de metales pesados en los alimentos ha venido cobrando

importancia debido a su toxicidad y capacidad de bioacumulación en el organismo. La contaminación puede iniciar en los alimentos destinados a los animales. El origen probablemente se encuentre en las descargas y emisiones industriales, el contacto con pinturas o por ingesta accidental. Debido a su impacto en la seguridad alimentaria, en los países desarrollados desde hace algún tiempo se han llevado a cabo investigaciones para detectar y cuantificar estas sustancias. En cambio en México, este tipo de estudios es incipiente. El avance de la ciencia ha sido de gran ayuda ya que el equipo de alta tecnología como el microondas y el espectrómetro óptico de plasma inductivamente acoplado (ICP-OES), permiten rapidez de digestión para la detección de metales pesados ahorrando con ello tiempo y costo. El objetivo del estudio fue analizar la

carne de bovino y determinar la presencia de metales pesados en carne de bovino originario del Valle de Apatzingán, Michoacán y alimentado en tres sistemas de producción: concentrado, silvopastoril intensivo y silvopastoril intensivo más pulido de arroz. Ya que se tiene la hipótesis de que la carne de bovino que se produce en zonas adjuntas a los centros mineros puede estar contaminada con metales pesados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron muestras de carne de 51 bovinos que fueron alimentados en tres sistemas (concentrado, silvopastoril intensivo y silvopastoril intensivo más pulido de arroz), los cuales fueron sacrificados en el rastro municipal Morelia, Michoacán. De donde se obtuvieron 250 g de músculo *Logissimus dorsi*, la carne se trasladó a los laboratorios de Nutrición Animal y Parámetros Ambientales de la Facultad de Zootecnia y Ecología-UACH, en el periodo de 2013 al 2014. La carne se homogenizó y se pesaron 10 g de muestra y se colocaron en cápsulas de porcelana, los cuales se introdujeron en el horno de vacío Thelco modelo 17 a una temperatura de 60°C por 24 h. Después de su secado, se molieron en un mortero de porcelana, hasta pulverizarlas y llevar a cabo la digestión ácida en el microondas MULTIWAVE GO 60Hz. Cada muestra se analizó por duplicado. Para la digestión se pesaron 0.2 g de muestra en la báscula analítica Sartorius CP224s, se colocaron en vasos de teflón del microondas, donde se agregó una solución de 6 ml de ácido nítrico (HNO₃) y 1 ml de peróxido de hidrógeno (H₂O₂). El programa de digestión fue basado en la EPA el cual consistió en una rampa de 180°C/20min y un tiempo después se enfrió a 70°C. La muestra digerida se decantó en un matraz volumétrico de 50ml, y se aforó con agua des-ionizada. Para identificar los metales en el ICP-OES. Una vez obtenidas las lecturas se obtuvieron las estadísticas básicas como son el promedio y desviación estándar de

cada uno de los metales encontrados en la carne.

RESULTADOS

La tecnología de análisis empleada permitió identificar y cuantificar metales pesados en la carne de bovino engordados en tres sistemas de alimentación, en la Tabla 1, se puede observar que el ganado alimentado con concentrados tuvo una concentración de cobre 28.36±4.70 ppm, de arsénico 12.90±4.17 ppm y plomo 18.41±5.62 ppm. En el sistema silvopastoril intensivo las medias y desviación estándar fueron cobre 27.81±3.63 ppm, arsénico 11.38±3.39 ppm y plomo 16.79±4.51 ppm. En el sistema silvopastoril intensivo más pulido de arroz las concentraciones encontradas fueron cobre 26.10±3.49 ppm, en arsénico 11.47±3.30 ppm y en plomo 17.20±4.45 ppm. De acuerdo con los límites permisibles en la norma se puede observar que el ganado evaluado produjo carne que sobre pasa los límites máximos de cobre, arsénico y plomo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ZOO-1994.

DISCUSIÓN

Se observó que la carne de los bovinos alimentados en los tres sistemas de producción presentan niveles de concentración que rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la Norma NOM-004-1994 que son Cobre 2.0 ppm, arsénico 0.7 ppm y plomo 0.5 ppm. Lo anterior pudiera deberse a que los animales utilizados bien podría traer metales pesados bio-acumulados desde su nacimiento ya que no se observó diferencia de metales pesados entre sistemas de producción, P>.05 esto significa que al consumir carne de este ganado se estaría en un riesgo toxicológico importante. Previamente Huerta (2010) realizó un estudio similar en Campeche, Yucatán, Chiapas y Edo. de México encontrando cobre en músculo de bovino en rangos de 1.2 a 1.5 ppm (en peso húmedo) e igualmente compara sus resultados con la NOM-004-ZOO-1994, y menciona que solamente sobre pasa la norma en el hígado

230±151 ppm(en peso seco). Alcocer *et al.* (2007) realizaron un estudio de metales pesados en el periodo de Abril 2001 a Abril 2002 obteniendo al plomo en músculo mayor a 2.0ppm (en peso seco) sobrepasando la NOM.

Vázquez *et al.* (2002) realizaron un estudio sobre residuos tóxicos en tejido animal para consumo obteniendo al arsénico en músculo $6,0 \times 10^{-5} \pm 7,0 \times 10^{-5}$ ppm (en peso húmedo) estando al límite de la NOM.

Tabla 1. Promedios y dispersión de los resultados obtenidos del análisis de Cobre (Cu), Arsénico (As), Plomo (Pb), metales pesados en músculo de bovino en tres sistemas de producción, en base seca.

| Sistema | Cu en ppm | As en ppm | Pb en ppm |
|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Concentrado | 28.36 ± 4.70 | 12.90 ± 4.17 | 18.41 ± 5.62 |
| SSPi | 27.81 ± 3.63 | 11.38 ± 3.39 | 16.79 ± 4.51 |
| SSPi + Pull | 26.10 ± 3.49 | 11.47 ± 3.30 | 17.20 ± 4.45 |

SSPi= Sistema Silvopastoril Intensivo

SSPi + Pulido de arroz= Silvopastoril más pulido de arroz

ppm= Partes por millón

CONCLUSIONES

De los estudios anteriormente mencionados, los resultados obtenidos en el presente trabajo rebasan considerablemente la acumulación de metales pesados en carne. Esto posiblemente sea que el ganado es originario de zonas donde la minería es intensa, lo cual representa un riesgo de salud muy importante para los habitantes de la región. Se recomienda continuar éste tipo de estudios complementando el análisis del agua y alimento con que se alimenta al ganado. Además es importante realizar la determinación de la naturaleza de las especies químicas (especiación) del As, Pb y Cu. Dependiendo del tipo de especie es el riesgo potencial a la salud del consumidor de ésta carne.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del proyecto "Caracterización de canales y carne de toretes engordado en un Sistema Silvopastoril Intensivo del trópico seco de México" financiado con recursos CONACYT SAGARPA, número de proyecto 174990, de la Dra. Gabriela Corral Flores. Igualmente al proyecto "Evaluación de Impacto Ambiental a Presa de Jales de la Mina de Sta. Bárbara, Chihuahua" de la Dra. Leonor Cortés Palacios, por su apoyo en la compra de los reactivos y renta del equipo microondas MICROWAVE GO 60Hz.

LITERATURA CITADA

- Alcocer, V.V. M.; R. A. F. Castellanos; C.F. Herrera; G. L. A. Chel; A. D. A. Bentacur. 2007. Detección de metales pesados y dicloro difenil tricloro etano (DDT) en músculos y órganos de bovinos en Yucatán. *Téc pecu Méx.* 45(2):237-247.
- Huerta, B.M. 2010. Cobre en tejidos animales. *J. NACAMEH*, vol. 4, sup1.0, pp. S1-S13, 2010.
- Madero, A.; Marrugo, J. 2011. Detección de metales pesados en bovinos, en los valles de los ríos Sinú y San Jorge departamento de Córdoba, Colombia. *Rev. Mvz Córdoba.* 16(1): 2391-2401.
- NOM-004-ZOO-1994. Control de residuos tóxicos en carne, grasa, hígado y riñón de bovinos, equinos, porcinos y ovinos. Límites máximos permisibles y procedimientos de muestreo. En: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=522>. Consultado 24 Agosto 2014.
- Servicio, G.M. 2013. Panorama minero del Estado de Michoacán. Servicio Geológico Mexicano. Michoacán, México.
- Vázquez, M. L., M. d.C. Bermúdez Almada., L. García Rico. A. Languré Campo., M.E. Flores Munguía y C.C. Orantes Arenas. 2002. Estudio de residuos tóxicos en tejidos animales destinados al consumo. *Rev. científica, Fcv-Luz/ vol XII, N° 3, 186-192,2002.*

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL FORRAJE EN RECURSOS**GENÉTICOS DE *Hymenachne* SPP.****FORAGE CHEMICAL COMPOSITION FOR GENETIC RESOURCES****OF *Hymenachne* SPP.**

Mario Antonio Vega Loera^{1*}, Adrián Raymundo Quero Carrillo², Leonor Miranda Jimenez²,
Alfonso Hernández Garay², Manuel Silva Luna³, Francisco Villanueva Avalos⁴

^{1*}Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), CE Altos de Jalisco, Km 8 Carr. Libre Tepatlán-L. de Moreno. ²Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carr. México-Texcoco 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx.; ³INIFAP, CE Tecomán. Km 35, Carr. Colima-Manzanillo. Apdo. Postal 88, 28100, Colima ⁴INIFAP CE El Verdineño, km. 7.5, Carr. Navarrete-Sauta, Santiago Ixcuintla, Nayarit. *vega.marioantonio@inifap.gob.mx

RESUMEN

Para determinar la calidad de forraje en recursos genéticos de *Hymenachne amplexicaulis*, se realizó este estudio en el Sitio Experimental Costa de Jalisco de INIFAP a 19°31'15" N y 104°32'00" O, 298 msnm, clima Aw₁, temperatura y precipitación media anual de 26.8°C y 1452 mm, respectivamente, en suelo Feozemháplico, con pH de 6.1. Se recolectaron 41 genotipos (G) en tierras bajas del trópico de México y se establecieron con tres repeticiones, en parcelas, 2x4m y 2m de calle. Tres meses después, se seleccionaron, siete genotipos por vigor, cobertura y, como testigo, se eligió al único genotipo recolectado de *H. acutigluma* (G-13). Con corte de uniformización, a 15 cm sobre el suelo. Se cosechó material forrajero, el cual se separó en hoja joven (emergentes) y madura (basales), se lavó y depositó en bolsas de papel, se secó en estufa de aire forzado a 55°C, durante 48 horas y se molieron (malla de 1 mm de diámetro). Se realizaron las siguientes determinaciones: Proteína cruda (PC), Cenizas (CE), Digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA). Respecto al testigo, el contenido de PC, FDN y FDA mostró diferencias (P<0.05), con valores de 13.5 a 17.2% (G-28, G-9), 63 a 70% (G-4, G-25) y 39 a 45% (G-13, G-25), respectivamente. Similarmente, para cenizas y DISMS (P<0.05), con valores de 13.8 a 20.5% (G25, G-28) y 47.9 a 60.9% (G-28, G-13), respectivamente. Existe variabilidad en el valor nutritivo, sin embargo; esta especie representa una alternativa para regiones tropicales.

Palabras clave: Calidad de forraje, variabilidad, recursos genéticos,

ABSTRACT

In order to define the quality of forage among *Hymenachne amplexicaulis*(Rudge) Nees genetic resources, this study was performed at the INIFAP's Experimental Site "Jalisco Shore" at 19° 31' 15" N; 104° 32'00" O, 298 masl, climatic key Aw₁, temperature and annual rainfall of 26.8 °C and 1452 mm, respectively, within a soil Feozemháplico, pH 6.1. Forty one genotypes (G) were collected within Mexico's lowland tropics and settled with three replications in plots 2x4m and 2m alleys. Three months later, seven genotypes were selected based on vigor, soil coerture, and as placebo the only collected *H. acutigluma* genotype (G-13) was used. Following a uniformity cutting, forage material was harvested and classified on young leaves (emerging) and mature leaves (basal), rinsed, placed within paper bags, and dried under a forced air oven (55°C) during 48 h. Samples were grounded to 1 mm diameter. Subsamples were taken in order to determine: crude protein (CP), ashes (EC), dry matter *in situ* digestibility (DISMS), neutral detergent fiber (NDF), and acid detergent fiber (FDA). Regarding to the placebo, PC, FDN, and FDA contents showed differences (P <0.05), with values of 13.5 to 17.2% (G-28, G-9), 63-70% (G-4, G-25) and 39 to 45% (G-13, G-25), respectively. Similarly, ashes content and DISMS were different (P <0.05), with 13.8 to 20.5% (G25, G-28) and 47.9 to 60.9% (G-28, G-13), respectively. Variability for nutritional value do exist and this native grass is an alternative to tropical regions.

Key words: Forage quality, variability, genetic resources.

INTRODUCCIÓN

El manejo agronómico y del pastoreo, son aspectos fundamentales para explorar el potencial genético de las diferentes especies de gramínea, la inapropiada aplicación de estos conocimientos ocasiona el fracaso de los sistemas de producción animal. En el trópico, la principal y más barata fuente de nutrientes, para la alimentación del ganado vacuno la constituyen los pastos debido a su disponibilidad y al hecho de que no compiten con alimentos para el consumo humano directo y de otros animales (Díaz, 2001). Alimentar al ganado con forrajes de buena calidad es importante para cubrir sus requerimientos diarios. La calidad del forraje se estima por el consumo voluntario y la digestibilidad de la fibra que contiene; a menor digestibilidad, menor es la calidad y menor el consumo voluntario (Mojica, 2010). Los rumiantes tienen gran importancia como productores de alimentos de alta calidad nutritiva, convierten en leche y carne avegetales y subproductos agrícolas fibrosos, que no son capaces de ser aprovechados directamente por el hombre.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Sitio Experimental Costa de Jalisco de INIFAP, límites de La Huerta y Casimiro Castillo, a 19° 31' 15" de LN y 104° 32' 00" de LO, a 298 msnm; tipo climático Aw₁ (Ruiz *et al.*, 2003), con lluvias en verano, temperatura y precipitación media anual de 26.8°C y 1452 mm. Suelo Feozemháplico y pH 6.1 (30cm). La información se obtuvo de la estación climatológica del Ing. José Ma. Morelos. En 2013, en tierras bajas del trópico mexicano (Tabasco, Veracruz, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Colima, Chiapas y Jalisco), se recolectaron y establecieron clonalmente, 41 genotipos, con tres repeticiones, en parcelas, 2x4m y 2m de callejón. Tres meses después, se revisó la condición de los materiales y se

seleccionaron, siete genotipos por vigor y cobertura y, como testigo, se eligió al único genotipo recolectado de *H. acutigluma* (G-13). Posteriormente, se tomaron submuestras para realizar las siguientes determinaciones: Una submuestra del material se separó subjetivamente en hoja joven (emergentes) y madura (basales), se depositó en bolsas de papel y se secó a aire forzado a 55°C durante 48 horas, se molió (1mm) y se determinó: 1) Proteína cruda (PC), por N total (AOAC, 1990); 2) Cenizas, la muestra se depositó en crisol de porcelana, se pesó y calcinó, durante 5 h a 550°C; 3) Digestibilidad *in situ* (DISMS). Se pesaron 5 ± 0.5 g de MS en bolsas de dacrón (poro: 53 ± 10 µm), se colocaron en agua por 10 min y se colocaron en el rumen de un bovino fistulado Holstein de 550 kg. Después de 48 horas, se retiraron y lavaron hasta agua transparente, secadas 24 h a intemperie y estufa de aire forzado, colocadas en desecador y pesadas. Por diferencia se calculó la Digestibilidad = (bolsa + alimento) - (bolsa + residuo). 4) fibra detergente neutro. Mediante bolsa de filtro Ankom200, en Balanza Analítica Ohaus (100 g ± 0.1mg), se pesaron 0.5mg de muestra de cada tipo de hoja y éstas se colocaron en bolsas previamente pesadas (F57, Filter bags AT), se colocaron en digestor (Ankom200, 65rpm; Ankom Technology, 2005), se agregaron 1800 ml de solución detergente neutro, pH de 6.9 y 7.1, se agitaron 45 minutos a 100°C; posteriormente, se enjuagaron tres veces por 5 minutos con 1800ml de agua desionizada. Las muestras libres de exceso de agua se sumergieron 5 minutos en acetona (99.6%), se retiraron y secaron por 24 h a 102 ± 2 °C en estufa, se colocaron en desecador, evitando humedad ambiental y se pesó cada muestra. Finalmente, se realizaron cálculos mediante: % NDF = $\frac{W_3 - (W_1 \times C_1)}{W_2} \times 100$. Donde: W₁ = peso de bolsa; W₂ = peso de muestra; W₃ = peso seco de bolsa con muestra, después

de extracción y C_1 = corrección por blanco. 5) Para fibra detergente ácido se sustituyó el detergente ácido en proporciones similares. Se utilizó diseño bloques completos al azar, con arreglo factorial 8x2 mediante GLM y Tukey ($P<0.05$), para comparar medias entre tratamientos (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor nutritivo del forraje depende de su composición química y edad del rebrote a la cosecha, de tal forma que las proporciones de los componentes morfológicos hoja, tallos y senescencia influyen su calidad. Azuche mostró diferencias entre genotipos ($P<0.05$; Cuadro 1) y buen contenido de proteína (PC) a 28 días de rebrote, en lluvias. El mayor contenido de PC se observó en G-9 y G-26 con 17.2 y 16.4 y G-28 mostró la menor PC (13.5%); a pesar de esto, los niveles de PC se consideran adecuados (13.5 y 17.2%). Santos *et al.* (2002), indicaron que *H. Amplexicaulis* y *Leersia hexandra* tienen 18 y 12%, respectivamente, lo que explica su aptitud por herbívoros. Guido y Arismendy (2001), indican PC de 18, 15, 14% para *Echinochloa polystachya*, *H. amplexicaulis* y *L. hexandra*, respectivamente. Guiot y Meléndez (2003), indican contenidos de PC en Mulato, de 10% para hoja y 5% para tallos. Juárez *et al.* (2009), reportan para *Panicum máximum* (Guinea), *Cynodondactylon* (Bermuda), *Digitaria decumbens* (Pangola) y *P. máximum* cv. Tanzania, de 8, 8, 8 y 5% de PC, respectivamente. Para FDN, se observaron diferencias ($P<0.05$), entre genotipos, siendo G-25 el de mayor contenido, con promedio de 68.8%, datos inferiores a los reportados por Peñuela *et al.* (2013), con valores de 73.6%. Enríquez (2005) reportan concentraciones en hoja desde 700 a 750 g $Kg^{-1} MS^{-1}$. El contenido de FDA en hojas jóvenes y maduras mostró diferencias ($P<0.05$), con valores de 45.2 y 35.5%, para G-25 y G-9, respectivamente, siendo este

último el que menor valor registró. Peñuela *et al.* (2013), reportó 44.8%, en planta completa de Azuche. Enríquez (2005) reporta diferencias en hoja de Azuche concentraciones mínimas de 470 g $Kg^{-1} MS^{-1}$. Los materiales evaluados registraron contenidos de cenizas que oscilaron entre 13.8 y 20.5% para G-25 y G-28, respectivamente (Cuadro 1). Para DISMS, G-13 (*H. acutigluma*) presentó el mayor valor ($P<0.05$), 60.9%; mientras que, el genotipo de *H. amplexicaulis* con la mayor digestibilidad fue G-9, con 58.6%. No se observó diferencia ($P<0.05$) entre hoja joven y hoja madura entre los materiales evaluados. El menor contenido de FDN en *H. acutigluma* resultó en que registrara los mejores valores de DISMS (Cuadro 1). Se puede atribuir este comportamiento al hecho de que *H. amplexicaulis* es un género con fotosíntesis C_3 y, por tanto, con menor contenido de tejido vascular y esclerenquima, contrariamente a las C_4 , con mayor concentración de mesófilo, lo cual es ampliamente reconocido como el atributo de mayor digestibilidad. Se observaron diferencias ($P<0.05$) entre genotipo calidad de hoja, siendo mejor G-9, con 17.2% de PC en hoja joven y madura; mientras que G-28 mostró los menores valores de PC con 14.5 y 12.6%, para hoja joven y madura, respectivamente. Por otra parte, G-13 mostró valores de 16% de PC y 61% de DISMS (Cuadro1), lo que lo consolida como el más destacado en producción y calidad bajo las condiciones del presente trabajo. Para FDN, el valor fue mayor en hoja joven y el mayor contenido, para el G-25, con 69.8%; mientras que, para FDA hubo diferencias ($P<0.05$) entre genotipos y hoja joven, G-25 presentó los mayores porcentajes con 45%. Para especies adaptadas a zonas inundables Tejos (2002), reportó contenidos de PC de 7 a 14% para *L. hexandra*, indicando que, al inicio de lluvias, se alcanzan concentraciones de 20-23% de PC, para *L. hexandrae* *H.*

amplexicaulis; sin embargo, en secas, las especies nativas disminuyen considerablemente su PC, lo cual es contrario a lo que ocurre por efecto del estrés (Vega *et al.*, 2006). Peñuela *et al.* (2013) registraron valores para FDA en *Axonopus purpusii* de 43%, *L. hexandra*, 45%, *Paspalum notatum* 45%, *Paratheria postrata* 37% e *H. Amplexicaulis* 43%, estos últimos valores son similares a los encontrados en este trabajo en G-25 y G-29. Guido y Arizmendy (2001), reportaron para *E. polystachya*, *H. amplexicaulis* y *L. hexandra* contenidos de 41, 41 y 30%, respectivamente. En pastos tropicales Vega *et al.* (2006), encontraron mayor digestibilidad *in vitro* para *B. decumbens* en secas, en comparación con lluvias, con 62 y 57%, respectivamente, datos superiores a los encontrados en Azuche; sin

embargo, su contenido de PC es menor a los obtenidos en recursos genéticos de Azuche. Guiot y Meléndez (2003), presentan datos de 65% de DIVMS en *B. brizantha*, en condiciones de Huimanguillo. Cabe mencionar que la DISMS es un valor más aproximado a la digestibilidad real del forraje, en comparación a la DIVMS y que la mayoría de los trabajos han utilizado diversas técnicas *in vitro*, principalmente la técnica de dos etapas; similarmente, no se han encontrado diferencias en la utilización de diferentes métodos de lavado en la obtención de material digerido dentro de las técnicas de DISMS (Ayala *et al.*, 2003) y la técnica de la producción de gas *in vitro* y la de DISMS son similares (Vargas-Villamil *et al.* 2003); por tanto, los valores reportados en este trabajo pueden considerarse elevados y realistas.

Cuadro 1. Composición química para hoja joven y madura de recursos genéticos de Azuche.

| Genotipo | PC | | FDN | | FDA | | CE | | DG | |
|----------|---------------------|--------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|
| | Hoja Joven | Hoja Madura | Hoja Joven | Hoja Madura | Hoja Joven | Hoja Madura | Hoja Joven | Hoja Madura | Hoja Joven | Hoja Madura |
| G-1 | 14.5 ^{dB} | 15.2 ^{cA} | 64.8 ^{cdA} | 60.4 ^{dB} | 41.5 ^{bcdNS} | 40.7 ^b | 14.2 ^{CB} | 17.6 ^{bA} | 54 ^{bcNS} | 53.3 ^{bcd} |
| G-4 | 16.5 ^{bA} | 14.3 ^{dB} | 62.5 ^{eA} | 60.8 ^{cdB} | 39.4 ^{Dns} | 40.7 ^b | 13.4 ^{dB} | 16.4 ^{dA} | 55.8 ^{Bns} | 56.2 ^{bc} |
| G-9 | 17.2 ^{aNS} | 17.2 ^a | 62.5 ^{eNS} | 62.5 ^{bc} | 39.5 ^{Da} | 31.5 ^{dB} | 13.8 ^{cdB} | 16.6 ^{cdA} | 60.3 ^{Ans} | 56.9 ^{ab} |
| G-13 | 15.9 ^{cA} | 15 ^{CB} | 64.2 ^{deA} | 59.6 ^{dB} | 39.3 ^{dNS} | 38.6 ^{bc} | 13.2 ^{dB} | 16.4 ^{dA} | 61.1 ^{aNS} | 60.8 ^a |
| G-25 | 15.7 ^{cA} | 14.8 ^{CB} | 69.8 ^{aA} | 67.8 ^{ab} | 45.5 ^{Ans} | 44.9 ^a | 13.4 ^{dB} | 14.3 ^{eA} | 56.1 ^{Bns} | 53.9 ^{bc} |
| G-26 | 17.1 ^{aA} | 15.7 ^{bB} | 65.9 ^{bcA} | 64.1 ^{bb} | 41 ^{cA} | 37.5 ^{CB} | 14.3 ^{CB} | 16.5 ^{cdA} | 50.5 ^{cdNS} | 52.3 ^{cd} |
| G-27 | 16 ^{cA} | 13.7 ^{EB} | 67.5 ^{ba} | 63.8 ^{bb} | 42.8 ^{b^{cA}} | 39.6 ^{bcB} | 15.3 ^{bb} | 17 ^{bcA} | 49.8 ^{dNS} | 49.7 ^{de} |
| G-28 | 14.5 ^{dA} | 12.6 ^{EB} | 66.1 ^{b^{cA}} | 60.1 ^{dB} | 43.6 ^{abA} | 39.9 ^{bb} | 17.5 ^{ab} | 23.6 ^{aA} | 49.7 ^{d^{NS}} | 46.2 ^e |
| EEM | 0.12 | 0.12 | 0.56 | 0.56 | 0.80 | 0.80 | 0.19 | 0.19 | 1.34 | 1.34 |

Las comparaciones son entre componente y cada parámetro evaluado. Diferente literal minúscula en cada hilera indican diferencia significativa (P<0.05). Diferente literal mayúscula en cada columna indican diferencia significativa (P<0.05) PC= Proteína cruda, FDN= Fibra detergente neutro, FDA= Fibra detergente ácido, CE= Cenizas, DG= Digestibilidad, EEM= Error estándar de la media.

CONCLUSIONES

Los genotipos G-9, G-26 destacan por sus valores de PC (17.2 y 17.2%). La variabilidad genética en recursos de *H. amplexicaulis* para calidad de forraje representa una buena alternativa para regiones marginales inundables de México; similarmente, para intensificación de sistemas productivos, por digestibilidad. Azuche mostró amplia plasticidad morfológica en hábito de

crecimiento. Se recomienda seguir realizando investigación en especies nativas, ya que son alternativas forrajeras de buena calidad.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1990). Official Methods of Analysis 15th Ed. Washington, D.C. U.S.A.
- Ayala, B. A. J., C. M. Rosado R., C. M. Capetillo L., C. A. Sandoval C. (2003).

- Evaluación del método de lavado de bolsas (manual vs lavadora) en la técnica de degradación ruminal *in situ*. Tec. Pecu. Méx. 41 (3): 337-342.
- Díaz, A. (2001). Producción de biomasa de (*Eichhorniacrassipes*) en aguas residuales porcinas. Tesis en opción al título de Master en Nutrición Animal. Universidad de Granma, Cuba. Edit Universidad de Granma. 17p.
- Enríquez, Q. J. F., (2005). Recolección y Evaluación de Germoplasma de Azuche *Hymenachneamplexicaulis*(Rudge) Ness. Gramínea Forrajera de Tierra Inundables del Trópico Mexicano. Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, México. 128-142 p.
- Guido, A. V. N., Arismendy E. A. (2001). Ensayo de la Palatabilidad de Cinco Pastos para el Caco (*Hydrochoeueos hydrochaerisisthmus*) en la Región Canal de los Mangos de Turbo, Antioquia. Cronica Forestal del Medio Ambiente. 16 (1): 75-88 p.
- Guiot, J. D. y Meléndez, F. (2003). Producción anual de forraje de cuatro especies de *Brachiaria* en Tabasco. XVI Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Villahermosa, Tabasco (México). pp.126-128.
- Mojica, M. M., (2010). "Establecimiento y uso de la técnica de digestibilidad *in vitro* para evaluar nutricionalmente maíz forrajero". Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver., México. 55 p.
- Peñuela, L. R., A. Mejía A. y V. Ardila (2013). Relación Suelo-Planta-Animal en la sabana inundable de Casanare, Colombia. Panfleto Informativo. The Nature Conservancy-WWF-Natura-PNUD, Conservación. Casanare, Colombia. 11p.
- Ruiz, C. J. A., A. I. J. González, R. J. R. Regalado, C. J. Anguiano, V. I. Vizcaíno y E. D. R. González (2003). Recursos edafoclimáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Jalisco. INIFAP. Libro técnico n° 2. 172p.
- Santos, S. A., C. Costa, G. Souza, A. Pott, J.M. Álvarez and S. R. Machado. (2002). Botanical composition of cattle diet on rangelands in the Pantanal Wetland, Brazil. R. Bras. Zootec. 31: 1648-1662.
- Statistical Analysis System (SAS) (2003). User's Guide: V 9.1. SAS Instit Inc. Cary, NC. USA.
- Tejos, M. R. (2002). Pastos nativos de sabanas inundables: Caracterización y Manejo. 1ra Ed. Litografía Megagraf Barquisimeto (Venezuela). 108 p.
- Vargas-Villamil, L., E Ávila-Vales, F. Vargas-Villamil, S. Medina-Peralta (2005). Evaluación de la relación entre experimentos *in vitro* e *in situ* mediante un modelo dinámico mecanístico. Tec. PecuMéx. 43(3): 387-398.
- Vega, E. M., Ramírez de la Ribera, J., Acosta. L., I.; Igarza, A., (2006). Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET @, ISSN 1695-7504, Vol. VII, N° 05, <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050506.html> Consultado Marzo 5, 2015.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN RECURSOS GENÉTICOS DE *Hymenachne* spp.**FORAGE PRODUCTION RESOURCE GENETIC *Hymenachne* SPP.**

Mario Antonio Vega Loera^{1*}, Adrián Raymundo Quero Carrillo², Leonor Miranda Jimenez²,
Manuel Silva Luna³, Francisco Villanueva Avalos⁴, Raúl Plascencia Jimenez⁴

^{1*}Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), CE Altos de Jalisco, Km 8 Carr. Libre Tepatitlán-L. de Moreno. ²Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36.5 Carr. México-Texcoco 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. deMéx.; ³INIFAP, CE Tecomán. Km 35, Carr. Colima-Manzanillo. Apdo. Postal 88, 28100, Colima ⁴INIFAP CE El Verdineño, km. 7.5, Carr. Navarrete-Sauta, Santiago Ixcuintla, Nayarit*vega.marioantonio@inifap.gob.mx

RESUMEN

Para determinar la producción de materia seca (PMS) y composición morfológica de forraje de recursos genéticos de *Hymenachne amplexicaulis*, se realizó este estudio en el Sitio Experimental Costa de Jalisco de INIFAP a 19°31'15" N y 104°32'00" O, 298 msnm, clima Aw₁, temperatura y precipitación media anual de 26.8°C y 1452 mm, respectivamente, en suelo Feozemháplico, con pH de 6.1. Se recolectaron 41 genotipos (G) en tierras bajas del trópico de México y se establecieron con tres repeticiones, en parcelas, 2x4m y 2m de calle. Tres meses después, se seleccionaron, siete genotipos por vigor y cobertura y, como testigo, se eligió al único genotipo recolectado de *H. acutigluma* (G-13). Se aplicó corte de uniformización, se realizaron muestreos de PMS cada 28 y 42 días, para lluvias y estiaje, respectivamente, con cortes hasta 15 cm sobre el suelo. Los resultados indican diferencias (P<0.05) para PMS total; la cual, varió de 4,898 a 7,859 kgMS ha⁻¹ año⁻¹, para G-4 y G-13 (testigo), respectivamente. El genotipo de *H. amplexicaulis* con mayor producción produjo 13.5 % menos PMS, respecto al testigo. Para componente morfológico hoja se observaron diferencias (P<0.05) entre genotipos y época del año, siendo mayores G-13 y G-26. Existe amplia variabilidad para PMS, esta especie representa una alternativa para regiones tropicales, con potencial, para condiciones de producción intensiva aún por explorar.

Palabras clave: Calidad de forraje, *Hymenachne* spp., recursos genéticos, rendimiento de forraje.

ABSTRACT

To determine the dry matter production (PMS) and morphological composition of forage genetic resources *Hymenachne amplexicaulis*, this study was conducted at the Experimental Site INIFAP Jalisco coast at 19 ° 31'15 "N 104 ° 32'00" Or, 298 meters, Aw1 climate, temperature and annual rainfall of 26.8 ° C and 1452 mm, respectively, in soil Feozemháplico, pH 6.1. 41 genotypes (G) were collected in low land tropics of Mexico and settled with three replications, in plots 2x4m and 2m street. Three months later, were selected seven genotypes by force and coverage and, as a witness, was elected only collected *acutigluma* H. genotype (G-13). Uniformity cut was applied, sampling of PMS every 28 to 42 days, to rainy and dry season, respectively, with cuts up to 15 cm above the ground were performed. The results indicate differences (P <0.05) for all PMS; which ranged from 48.98 to 7.859 kg MS ha⁻¹ yr⁻¹ to G-4 and G-13 (control), respectively. The genotype of *H. amplexicaulis* more production produced 13.5 % less PMS, compared to the control. Formorphological component differences (P <0.05) between genotypes and season were observed, being higher G-13 and G-26, for leaf PMS There is wide variability for this species it represents an alternative to tropical regions, with potential for intensive production conditions un explored.

Keywords: Forage quality, *Hymenachne* spp, genetic resources, forage yield.

INTRODUCCIÓN

En México, se dedica más del 60% del territorio a la ganadería bovina; la cual, se considera la actividad más importante del sector agropecuario y forestal y en el inventario ganadero del país destacan Jalisco,

Chiapas y Veracruz, siendo este último el principal productor, con 3.9 millones de cabezas (SIAP, 2012). La ganadería extensiva se desplaza hacia tierras marginales, cediendo su paso a la agricultura comercial. Las tierras bajas tropicales de México soportan la ganadería durante el estiaje en Tabasco, Veracruz, Campeche y Chiapas. *Hymenachne*

(Beauv.) es un género nativo de América tropical, adaptado a ciclos de inundación/sequía y algunas especies crecen en nuestro país: *H. amplexicaulis* (Rudge) Nees (Azuche) e *H. acutigluma* (Steud.) Gilliland. Azuche es un pasto pantropical sexual diploide ($2n=2x=24$), cuya diversidad ha sido escasamente estudiada. La recolección, conservación y aprovechamiento de recursos genéticos del centro de origen es fundamental para mantener y mejorar la producción (Do Valle, 2001). Los tallos de *Azuche* son huecos, con entrenudos concisos, inflorescencias tipo panícula contraída y espiguillas simétricas con glumas secundarias (Wipff, 2003). Santos *et al.* (2002) y Silva y Mauro (2002), indicaron que *Azuchees* la especie de mejor calidad en Pantanal, Brasil. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de materia seca, de recursos genéticos recolectados en México, de *Hymenachne* spp.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Sitio Experimental Costa de Jalisco de INIFAP, límite de La Huerta y Casimiro Castillo, a $19^{\circ} 31' 15''$ de LN y $104^{\circ} 32' 00''$ de LO, a 298 msnm; tipo climático Aw_1 (Ruiz *et al.*, 2003), con lluvias en verano, temperatura y precipitación media anual de $26.8^{\circ}C$ y 1452 mm. Suelo Feozemháplico y pH 6.1 (30cm). En 2013, en tierras bajas del trópico mexicano (Tabasco, Veracruz, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Colima, Chiapas y Jalisco), se recolectaron y establecieron clonalmente, 41 genotipos, con tres repeticiones, en parcelas, $2 \times 4m$ y $2m$ de callejón. Tres meses después, se revisó la condición de los materiales y se seleccionaron, siete genotipos por vigor y cobertura y, como testigo, se eligió al único genotipo recolectado de *H. acutigluma* (G-13). Los cortes de uniformización y muestreos de producción de materia seca (RMS) se realizaron cada 28 y 42 días, para lluvias y estiaje, respectivamente, a 15 cm del

suelo; estos intervalos, se establecieron al momento en que el primer genotipo alcanzó 95% de interceptación luminosa al primer corte y se mantuvieron constantes durante el ensayo. Para cada corte, se separó el RMS de hoja del RMS total. No se fertilizó. Se realizaron cinco cortes por época. En cuadro fijo ($0.25 m^2$), donde se cortó el forraje presente, el material se lavó y secó en estufa 48 horas a $70^{\circ}C$, para determinación de RMS. Se utilizó un diseño bloques completos al azar, con arreglo factorial 8×2 mediante GLM y Tukey ($P < 0.05$), para comparación de medias entre tratamientos (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el ensayo, la temperatura máxima mensual fue $33^{\circ}C$ (Junio a Octubre) y las menores temperaturas, de $16^{\circ}C$ (Enero y Febrero). Agosto mostró la mayor precipitación (491 mm). Se observaron diferencias ($P < 0.05$) por época y total anual, para producción de materia seca (PMS), la mayor PMS se observó en el testigo *H. acutigluma* (Genotipo 13; Cuadro 1). Para *Azuche* Figallo *et al.* (2013), con cortes a 27 y 42 días, en lluvias y secas, respectivamente, reportan producción de 580 a 1,180 kg MSh^{-1} , en lluvias; y, durante el estiaje, de 348 a 680 kg MSh^{-1} y, por corte. Enriquez (2005), reportan rendimientos superiores a 8 t $MS ha^{-1} año^{-1}$; Camarao *et al.* (2004), en Brasil, 10 t $MS ha^{-1} año^{-1}$; Tejos (2002), reporta en lluvias y estiaje de 12.8 y 4.9 t MSh^{-1} , respectivamente. En *Brachiara* spp. cv. Mulato, se obtuvieron 13.6 t $MSh^{-1} año^{-1}$, con 5 a 6 meses de sequía (Argel y Pérez, 2003); Cuadrado *et al.* (2005), reportan 18 t $MSh^{-1} año^{-1}$, en suelo aluvial sin fertilizar. La elección de los mejores genotipos entre la variabilidad genética de especie es básica para lograr la estabilidad económica y ecológica de ecosistemas bajo pastoreo, las gramíneas seguirán siendo la base de la producción en pastoreo y existe una especie adecuada para cada condición fisiográfica de

producción y de inversión (Quero *et al.*, 2007). Los resultados obtenidos son similares a los reportados en otros ensayos con esta especie; sin embargo, para especies de mayor PMS, las áreas de crecimiento de éstas son diferentes y el potencial productivo de *Hymenachnespp.*, aún está escasamente estudiado. La época de lluvia fue de mayor producción (Cuadro 1), cuando se presentaron las mejores condiciones de crecimiento. Se observaron interacciones genotipo por época del año ($P < 0.05$). El testigo (G-13) de *H. acutigluma* mostró el mayor RMS total ($7,859 \text{ Kg MSha}^{-1} \text{ año}^{-1}$);

mientras que, el RMS total para genotipos de *H. amplexicaulis* fue de $5,893 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$; siendo G-27 y G-4, los de menor producción con $5,148$ y $5,099 \text{ Kg MSha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, respectivamente (Cuadro 1). El mejor genotipo de *H. amplexicaulis* (G-25), produjo 13.5% menos RMS anual, respecto al testigo y los rendimientos totales de forraje resultan conservadores, respecto a *Brachiariaspp.*, género que incluye especies adaptadas a condiciones fisiográficas diferentes. Similarmente, la edad de la pradera influyó el RMS, dado que el periodo de estudio incluyó únicamente el primer año.

Cuadro 1. Producción de forraje ($\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) en la interacción de época contra genotipos del pasto Azuche.

| Genotipo | Seca | Lluvia | Rendimiento total |
|----------------|--------|--------|-------------------|
| 1 | 2445 | 3544 | 5989 |
| 4 | 2211 | 2889 | 5099 |
| 9 | 2227 | 2882 | 5109 |
| 13 | 2830 | 5030 | 7859 |
| 25 | 2676 | 4123 | 6799 |
| 26 | 2278 | 2621 | 4898 |
| 27 | 2235 | 2914 | 5148 |
| 28 | 2231 | 3347 | 5577 |
| Media | 2391b | 3418a | 5809 |
| Error estándar | 346.82 | 480.23 | 710.36 |

Diferente literal indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

CONCLUSIONES

El genotipo G-13 de *H. acutigluma* mostró la mayor producción anual de forraje, seguido de G-25 y G-1 (*H. amplexicaulis*), los cuales fueron diferentes. La variabilidad genética en recursos de *H. amplexicaulis* para producción de forraje representa una buena alternativa para regiones inundables de México. Se sugiere seguir trabajando sobre el comportamiento de las especies nativas ya que representan alternativas forrajeras en la época de estiaje.

LITERATURACITADA

Argel, P. J. y G. Pérez (2003). Pasto Mulato. Una Nueva Opción Forrajera para la Ganadería.

Revista Escuela Centroamericana de Ganadería No. 26: 22-25.

Camarao, A. P., J. B. Lourenco Jr., S. Dutra., J.L. Hornick y M. Da Silva (2004). Grazing buffalo on flooded pastures in the Brazilian Amazon region: a review. *Trop. Grassls.* 38: 193-203.

Cuadrado, H., L. Torregrosa y J. Garcés (2005). Producción de carne con machos de ceba en pastoreo del pasto híbrido Mulato y *B. decumbens* en el Valle del Sinú. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Informe Mimeografiado. 9p.

Do Valle, C. B. (2001). Genetic resources for tropical areas: achievements and perspectives. *In: Proc. XIX Int. Grassland Congress.* São Paulo, Brazil. Brazilian

- Society of Animal Husbandry. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba, Brasil. 477-482pp.
- Enríquez, Q. J. F., (2005). Recolección y Evaluación de Germoplasma de Azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness. Gramínea Forrajera de Tierra Inundables del Trópico Mexicano. Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo, México. 128-142 p
- Figallo R., N. M. Peronja, A. Pidello (2013). Degradación ruminal de materia seca y proteína y composición química de canutillo (*Panicum elephantipes*) y camalote (*Eichhornia crassipes*). Rev. Fac. Agron. UNLPam. 22 (2): 29-33.
- Quero, C. A. R., J. F. Enríquez Q. y L Miranda J. (2007) Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o *status quo*. Interciencia. 32 (8): 566-571.
- Ruiz, C. J. A., A. I. J. González, R. J. R. Regalado, C. J. Anguiano, V. I. Vizcaíno y E. D. R. González (2003). Recursos edafoclimáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Jalisco. INIFAP. Libro técnico n° 2. 172p.
- Santos, S. A., C. Costa, G. Souza, A. Pott, J. M. Álvarez, and S. R. Machado (2002). Botanical composition of cattle diet on rangelands in the Pantanal wetland, Brazil. R. Bras. Zootec. 31: 1648-1662.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SAGARPA-SIAP) (2012). Agricultura Producción Anual. www.siap.gob.mx Marzo 2, 2015.
- Silva, M. P. y R. Mauro (2002). Utilización de pasturas nativas por mamíferos herbívoros en el pantanal. Arch. Zootec. 51: 161-173.
- Statistical Analysis System (SAS) (2003). User's Guide: V 9.1. SAS Instit Inc. Cary, NC. USA.
- Tejos, M. R. (2002). Pastos nativos de sabanas inundables: Caracterización y Manejo. 1ra Ed. Litografía Megagraf Barquisimeto (Venezuela). 108p.
- Wipff, J. K. (2003). *Sacciolepis*. In: M. E. Barkworth et al. (eds.) Flora of North America, North of Mexico. Poaceae, 25 (2). <<http://herbarium.usu.edu/webmanual>>. Mayo 8, 2014.

**VARIABILIDAD INTRAESPECÍFICA PARA VALOR NUTRITIVO Y
DIGESTIBILIDAD *IN SITU* EN RECURSOS GENÉTICOS DE *Hymenachne
amplexicaulis* (RUDGE) NESS.**

**INTRASPECIFIC VARIABILITY FOR NUTRITIVE VALUE AND *IN SITU*
DIGESTIBILITY IN GENETICS RESOURCES OF *Hymenachne amplexicaulis* (RUDGE)
NESS.**

Alfredo Arellano Cueto^{1*}, Adrián Raymundo Quero Carrillo¹, Hilda Araceli Zavaleta Mancera¹,
Mario Antonio Cobos Peralta¹, Paulino Pérez Navarro¹, Manuel Silva Luna².

¹Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Edo. de
Méx. CP 56230, *frecue_88@hotmail.com, ²CE “La Huerta” INIFAP. Km. 204, Carr. Guadalajara-Barra de
Navidad, La Huerta, Jal., CP 48850.

RESUMEN

A partir de la colecta de recursos genéticos de *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness, ensamblada por el Colegio de Postgraduados y establecida en el CE “La Huerta” de INIFAP, en Jalisco, se analizaron 32 ecotipos (E) en dos edades vegetativas: hoja joven y madura; en las cuales, se determinó porcentaje de Proteína, FDN, FDA, Cenizas y digestibilidad *in situ*, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre ecotipos, para cada variable analizada; así mismo, diferencias significativas ($P < 0.05$) entre edades de rebrote; el Ecotipo 41 presentó los mayores niveles de proteína 25.2% y 24.6%; para FDN, E-25, con 69.7% y 67.6%; E-34, para FDA, con 55.6% y 52.6%; para cenizas, E-28 presentó los valores más altos, 17.4% y 22.9 %; en digestibilidad E-24, presentó los valores más altos 64.6% y 63.3% para hoja joven y madura, respectivamente. La producción de materia seca fue de 3, 266 Kgms ha⁻¹ en época de transición de secas a lluvia, para E-6. La calidad nutritiva de esta especie es alta, por lo cual se debe seleccionar en base a la producción de materia seca.

ABSTRACT

Based on a genetic resources collection of Azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness, assembled by the Colegio de Postgraduados and established at INIFAP's experimental station “La Huerta” at Jalisco, 32 ecotypes (E) were evaluated using leaves with two vegetative stages: young and mature, and the following nutritive traits were determined: crude protein, NDF, ADF, ashes and *in situ* digestibility. Significant differences ($P < 0.05$) were found among ecotypes for each analyzed variable, as well as, significant differences ($P < 0.05$) between vegetative stages; the ecotype 41 showed the highest protein content concentration with 25.2% and 24.6%; for NDF, E-25, with 69.7% and 67.6%; E-34, for ADF with 55.6% and 52.6%; for ashes, E-28 showed the highest values, 17.4% and 22.98%; for *in situ* digestibility E-24 showed the highest values with 64.6% and 63.3% for young leaf and mature leaf, respectively. Dry matter production was 3, 266 Kg DM ha⁻¹ during the transition period between rainy and drought season, for E-6. Forage quality value for Azuche is high, and this species must be evaluated for grazing production and forage selection.

INTRODUCCIÓN

La composición química y digestibilidad forrajera que presentan las especies forrajeras varía en función de la época, edad del rebrote, especie y parte considerada de la planta, de igual manera, el valor nutritivo depende de la composición química y digestibilidad de la ésta. Los forrajes nativos bien manejados pueden elevar la

productividad en la ganadería y hacer de ésta un sistema sostenible y rentable aún en época de estiaje, ya que las especies nativas tienen la ventaja de adaptabilidad y desarrollo a ambientes marginales en los que otras especies de interés forrajero no logran subsistir. Azuche *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness, es una especie nativa de áreas bajas inundables en el trópico de México, que

tolera periodos alternos de inundación y sequía, con alto potencial forrajero, al producir toneladas de forraje de buena calidad y palatabilidad (Hill, 1996). Existe información sobre el alto consumo de esta especie por el ganado, pero la información sobre su valor nutricional no está bien documentada; por ello, se analizaron 32 ecotipos de este género, para determinar si existe variabilidad intraespecífica con respecto a su aporte nutricional y digestibilidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental

Las muestras de hoja se obtuvieron de una colecta de recursos genéticos de *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness; la cual, fue ensamblada y evaluada por el Colegio de Postgraduados e INIFAP, establecida en el Campo Experimental “La Huerta” de INIFAP en Jalisco, km 204 de la carretera Guadalajara-Barra de Navidad (19° 31' 15", latitud N y 104° 32' 00" longitud O), a 198 msnm. Clima Aw₁, zona térmica cálida con lluvias en verano; precipitación promedio anual de 1452 mm y 25°C (Ruiz *et al.*, 2003). La medición de las variables de respuesta se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Recolección de hoja

Para el presente estudio, se seleccionaron ecotipos que presentaron producción de forraje destacada. Para la estimación de forraje se utilizó cuadro metálico de 0.25 m², cortando el forraje a 10 cm de altura; lo anterior, resultó en 32 materiales selectos. Posteriormente, se realizó corte de uniformidad para iniciar la recolección de hoja, a la misma edad de rebrote. El material fue recolectado cuando el primer ecotipo alcanzó 95% de interceptación luminosa, en época de lluvias a 28 días de edad del rebrote, a una altura de 10 cm de forraje remanente,

se realizó separación manual del material recolectado, separando tallos de hoja, las hojas se identificaron como basal (hoja madura) y superior (hoja joven), el material determinado como basal consistió en hojacon lígula expuesta y el resto, como hoja joven.

Determinación de Proteína

Se utilizaron tubos de ensayo para Microkjeldahl (AOAC, 1990), a los cuales se les agregaron 0.3 g de muestra; posteriormente, se adicionaron 3 mL de ácido sulfúrico concentrado y 300 µg de catalizador de proteína, los tubos se colocaron en biodigestor en bloque a 350 °C de temperatura, durante dos horas, utilizando campana de extracción. Las muestras se dejaron enfriar y, posteriormente, se titularon en microdestilador (Labconco), agregando 10 mL de hidróxido de sodio (NaOH; 40%), recuperando 30 mL de muestra destilada en matraces de 50 mL; los cuales, contenían 6 mL de ácido bórico (H₃BO₃) y se utilizó ácido clorhídrico (HCl; 100%) para titulación de las muestras.

Determinación de cenizas

Se pesó 1 gr de muestra en crisoles de porcelana, se colocaron en mufla, aumentando la temperatura gradualmente de 100°C hasta los 600°C, las muestras se mantuvieron a 600°C durante 12 horas; finalizado el tiempo, se redujo la temperatura, cuando las muestras llegaron a temperatura ambiente, se colocaron en desecador para evitar la absorción de humedad y los crisoles fueron pesados.

Determinación de Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácido (FDA)

Se utilizó la técnica de la bolsa de filtro Ankom²⁰⁰. Se registró peso de bolsas (F57 Fiter bags AT) a las cuales se agregó 0.5 g de muestra, las bolsas fueron selladas por calor y se colocaron en digestor Ankom (Ankom²⁰⁰, 65 rpm, Ankom Technology- AT), al cual se

agregaron 1800 mL de solución detergente neutro con pH de 6.9 y 7.1, para determinar FDN; para determinar FDA, se agregaron 1800 mL de solución detergente en medio ácido, las bolsas estuvieron en agitación durante 45 minutos a 100°C; posteriormente, se realizaron tres enjuagues con agua desionizada, durante 5 minutos y, después de retirar el exceso de agua desionizada, las muestras fueron sumergidas en acetona (99.6%) durante 5 minutos, se dejaron secar a temperatura ambiente y se colocaron en la estufa de secado durante 24 horas, se retiraron de la estufa utilizando a desecador y se pesaron.

Determinación de digestibilidad *in situ*

Se utilizaron bolsas de dracón de 5 x 10 cm con poro de 50 µm, en las cuales se colocaron 5 gr de muestra; las cuales, antes de ser introducidas al rumen, se sumergieron en agua tibia durante 10 minutos, se utilizó un bovino con cánula ruminal, de raza Holstein, con peso 550 kg de peso, las muestras se mantuvieron en rumen por 48 horas; posteriormente, fueron retiradas y enjuagadas con agua corriente hasta eliminar el exceso de líquido ruminal y partículas ajenas, se dejaron a temperatura ambiente 12 horas y se colocaron en estufa de secado por 24 horas, se retiraron de la estufa utilizando a desecador y se pesaron.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis multivariado ANOVA y pruebas de Tukey (0.05; SAS, 2004) para cada variable analizada, al haber gran variabilidad estadística entre ecotipos se realizó un agrupamiento (Fig. 1) para facilitar la explicación de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor nutritivo del forraje se ve reflejado en la capacidad de satisfacer los requerimientos del animal, con la finalidad de un nivel de producción particular, este valor

nutritivo es muy variado en los forrajes que se ofertan, ya que su valor o calidad nutricional está en función de la etapa de crecimiento, parte de la planta, condiciones ambientales (suelo, clima, fertilización), material genético y manejo. Tradicionalmente, la concentración de proteína cruda ha sido el parámetro principal para medir calidad en forrajes tropicales, donde este valor ha sido correlacionado con medidas de contenido de energía disponible. Para Azuche *Hymenachne amplexicaulis*, en este estudio, se encontró de 20 a 22% de proteína, habiendo diferencia significativa ($P < 0.05$) entre ecotipos para esta variable, siendo ecotipo (E) E-41, ubicado en el grupo 4 (Cuadro 1) el que presenta los mayores niveles de proteína, 25.2% para hoja joven y 24.6% para hoja madura; los cuales, se consideran altos para forrajes tropicales y reflejan la buena calidad de esta especie, lo que se vería reflejado tanto en consumo como en producción del ganado. Valores inferiores reportó Enríquez (2005) con 16 a 17%, a 56 días de rebrote y Vega (2015) con 17.2%, a 28 días de rebrote; valores similares en este estudio, son reportados por Guterres *et al.*, (2008). con 20% de proteína. Las fracciones de fibra que se encuentran en los forrajes, tienen las porciones de mayor resistencia a la actividad enzimática, es decir, presentan bajo índice de digestibilidad y ésta es mayor conforme la madurez de la planta; de igual manera, las porciones de FDN y FDA disminuyen con el aumento de la edad vegetativa. El porcentaje promedio de FDN para esta especie es 63.2% y para FDA 48.8%, encontrando diferencias ($P < 0.05$) entre ecotipos para esta variable, el E-25 ubicado en el grupo cuatro, presenta los valores más altos de FDN con 69.7% para hoja joven y 67.6% para hoja madura, para FDA, en E-34 (Grupo 2), se encontraron resultados de 55.6% para hoja joven y 52.6% para hoja madura; los valores encontrados en este estudio son similares a los reportados por

Vega (2015), con de 69.8 y 67.8% para FDN y FDA, los valores reportados son inferiores a este trabajo, con 44.5 y 44.9%, para hoja joven y madura respectivamente; igualmente, los valores de este estudio son similares a los reportados por Enríquez (2005), con valores entre 470 y 560 g kg⁻¹ MS (48%) para FDA y, para FDN, valores entre 700 y 750 g Kg⁻¹ MS(70%). Para esta especie, Vivas y Arismendy (2001), reportan 33.6% de fibra cruda y 41.2% para FDA para *Hymenachne amplexicaulis*. El porcentaje promedio de cenizas para esta especie es de 15.8%, encontrando diferencia significativa (P<0.05) entre ecotipos, el E-28 ubicado en el grupo uno, es el que presenta los valores más altos de esta variable, con 17.4% para hoja joven y 22.9% para hoja madura; por su parte, Enríquez (2005), reporta valores de ceniza para esta especie entre 120 a 155 g Kg⁻¹ MS (15%), los resultados reportados por Vega (2015), con 13.8 a 20.5% de cenizas, son similares a los encontrados en este estudio.

La digestibilidad del forraje indica que tan aprovechable puede ser éste, al ser consumido por el ganado, *Hymenachne amplexicaulis* presenta diferencias significativas (P<0.05) entre ecotipos para esta variable, siendo el E-24, del grupo cuatro, el que presentó la mayor digestibilidad con 64.6% para hoja joven y 63.3% para hoja madura y un promedio general de 56.8%. Vega (2015), reportó resultados similares, con 61.1 y 60.8% para hoja joven y madura; Aparicio (2007), reportó 52.8% de digestibilidad para esta especie en época de transición de secas a lluvias, la digestibilidad *in situ* está determinada por factores físicos y químicos del alimento y características ruminales del animal, esta especie presenta alto porcentaje de digestibilidad. La producción de materia seca fue mayor para el E-6 con 3,266 Kg Ha⁻¹ del grupo cuatro, en la época de transición de secas a lluvias, encontrado diferencia significativa (P<0.05) entre ecotipos.

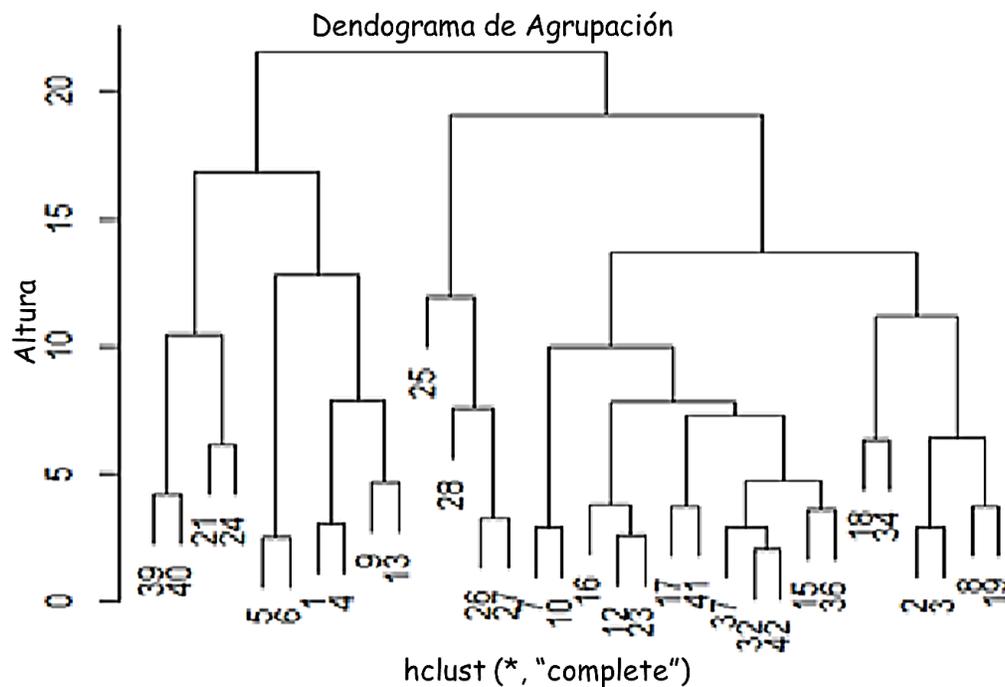


Figura 1. Agrupación de ecotipos de *Hymenachne amplexicaulis*.

Cuadro 1. Produccion de Materia Seca, valor nutritivo y digestibilidad de *Hymenachne amplexicaulis*.

| GPO | MS | P | FDN | FDA | Cen | DIS |
|-----|----------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | 2595.38 | 15.35* | 63.18* | 39.5* | 16.09 | 54.02 |
| 2 | 3169.18 | 20.58* | 64.26* | 51.07* | 15.81 | 49.35* |
| 3 | 3202.73* | 22.19* | 54.83* | 41.87* | 15.83 | 56.82* |
| 4 | 3156.19* | 20.89* | 63.19* | 48.82* | 14.55 | 56.79* |

Tukey (0.05) *Grupos estadísticamente diferentes. (GPO) Grupo, (MS) Materia Seca, (P) Proteína, (FDN) Fibra Detergente Neutro, (FDA) Fibra Detergente Ácido, (Cen) Cenizas, (DIS) Digestibilidad *In Situ*.

CONCLUSIONES.

Azuque *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness es una especie con alto valor nutritivo y alta digestibilidad forrajera, existe diferencia entre ecotipos, ya que las condiciones de ambiente, edad, parte de la planta y época, influyen en el aporte nutricional, se puede realizar una selección de acuerdo con la producción de Materia Seca, en base a los resultados obtenidos, el grupo cuatro contiene los mejores ecotipos, la diversidad genética de esta especie, la hace una alternativa para zonas inundables del trópico mexicano y recurso forrajero aprovechable para la ganadería.

LITERATURA CITADA

Aparicio R.; M. González-Ronquillo; R. Torres; L. Astudillo; L. Cordova; J. Carrasquel. 2007. Degradabilidad de los pastos lambedora (*Leersia hexandra*) y paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*) en cuatro épocas del año de una sabana inundable del estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 25(3): 225-228.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. *Official Methods of Analysis* Arlington, VA: International. 82 p.

Enríquez Q. J. F. 2005. Recolección y evaluación de germoplasma de Azuque *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness, gramínea forrajera de tierras inundables del trópico mexicano. Tesis de Doctorado, Colegio de Postgraduados, *campus* Montecillo, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. 147 p.

Guterres M.; M. Marmontel; D.M. Ayub; R. F. Singer; R. B. Singer. 2008. *Anatomía e*

morfología de plantas acuáticas da Amazônia utilizadas como potencial alimento por peixe-boi Amazonico. Belém, Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. 68 p.

Hill K. 1996. *Hymenachne amplexicaulis*: A review of the literature and summary of work in Florida. <http://naples.net/~kuh/hymen.htm>

Ruiz C. J. A.; A. I. J. González; R. J. R. Regalado; C. J. Anguiano; V. I. Vizcaíno; E. D. R. González. 2003. Recursos edafoclimáticos para la planeación del sector productivo en el estado de Jalisco. INIFAP. Libro técnico n° 2. 172 p.

SAS. 2004. Institute Inc. SAS/STAT® 9.1. User's Guide Cary, NC: SAS Institute Inc. Cary, N.C., USA.

Vega L. M. A. 2015. Dinámica de crecimiento y calidad nutritiva de recursos genéticos de *Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Ness. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, *campus* Montecillo. Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. 72 p.

Vivas N. G. A.; A. E. Arismendy. 2001. Ensayo de palatabilidad de cinco pastos para el cacó (*Hydrochoerus hidrachis thmius*) en la región Canal de los Mangos de Turbo, Antioquia. *Crónica Forestal y Medio Ambiente*, Universidad Nacional de Colombia. Diciembre, vol. 16, no. 1. 75-88 p.

POTENCIAL FORRAJERO DEL NOPAL DURAZNILLO (*Opuntia leucotricha*) BAJO CONDICIONES SEMIÁRIDAS DEL ESTADO DE ZACATECAS.

FORAGE POTENTIAL OF ARBORESCENT PRICKLYPEAR (*Opuntia leucotricha*) UNDER SEMIARID CONDITIONS AT ZACATECAS STATE.

Luis Cuauhtémoc Muñoz-Salas¹, Francisco J. Gutiérrez-Piña¹, Alberto Muro-Reyes¹, Esperanza Herrera-Torres², Ricardo A. Sánchez-Gutiérrez³, Alejandro Espinoza-Canales¹ y Héctor Gutiérrez-Bañuelos^{1*}

¹Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas. Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo km 31.5, 98500 Calera de V. R. Zacatecas, México. *gtzbahector@hotmail.com. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Durango-El Mezquital km 11.5 Durango, Dgo. México. ³Campo Experimental Zacatecas. INIFAP. Km. 24.5 Carretera Zacatecas-Fresnillo, 98500 Calera de V.R. Zacatecas, México.

RESUMEN

El presente experimento se realizó con el objetivo de evaluar el potencial forrajero del nopal duraznillo (*Opuntia leucotricha*) en regiones semiáridas del estado de Zacatecas. Se tomaron 40 muestras aleatorias de cladodios de una superficie de 64 ha, las cuales fueron trasladadas al laboratorio para su análisis. Se realizó la caracterización bromatológica usando técnicas del AOAC y análisis de fibras detergentes de Van Soest usando el equipo Ankom. La determinación de proteína fue mediante el equipo Leco Nitrogen Analyzer. Además, se computaron fórmulas para cálculos de energías, degradabilidades, valor relativo del forraje y consumos. La materia seca comprendió el 9%, la proteína el 6.4%, las fibras neutro y ácido detergentes promediaron 54 y 27% respectivamente. La energía neta de mantenimiento y de ganancia promedió 0.7 y 0.4 Mcal/kg de MS. Se concluye que los valores nutricionales del nopal duraznillo proveen de los requerimientos de mantenimiento y moderadas tasas de ganancia durante el verano, siendo evaluado como un buen forraje. Estudios subsecuentes deberán evaluar estrategias de conservación del nopal.

Palabras clave: Forraje, energía, proteína, estación del año.

ABSTRACT

The principal aim of this research project was to evaluate the forage potential of arborescent prickly pear (*Opuntia leucotricha*) with in semiarid regions of Zacatecas State. Forty randomly samples were taken from a 64 ha, which were sended to the laboratory facilities for its analysis. Bromatologic characterization was done using standard AOAC methods, and Van Soest fiber analysis using Ankom equipment. Protein determination was obtained using Leco Nitrogen Analyzer. Moreover, equations were computed for energy prediction, degradability, forage relative value and consumptions. Dry mater was 9%, crude protein 6.4%, neutral and acid detergent fibers averaging 54 and 27%, respectively. Net energy for maintenance and gain averaging 0.7 and 0.4 Mcal/kg of DM. It was concluded that nutritional values of arborescent prickly pear accomplished requirements of maintenance and moderate growth rates during summer, being considered as a good forage. Future research has to be focus on strategies for conservation of cactus.

Key words: Forage, energy, protein, year season.

INTRODUCCIÓN

El matorral xerófilo o semidesierto ocupa el 40% del territorio Mexicano, siendo el ecosistema más importante y extenso (INEGI, 2004). Éste es un ecosistema que lo integran los matorrales en regiones con baja

precipitación pluvial. Las plantas que predominan son las cactáceas, rastreras y arbustos. El *Opuntia leucotricha* (nopal duraznillo) es una planta arborescente, ramosa que está presente en diversos tipos de vegetación incluyendo el matorral micrófilo de *Larrea*, *Prosopis*, *Yucca*, y en el matorral

crasicaule, donde abundan los géneros *Opuntia*, *Myrtillocactus*, *Echinocactus*, etc., asociado a *Prosopis*, *Acacia*, *Mimosa* y *Yucca*. Las zonas semiáridas de México se caracterizan por una frecuente deficiencia de forraje, como resultado de la poca cantidad y errática distribución de las lluvias, aunado a la mala condición en la que se encuentran la mayoría de los agostaderos por sobrepastoreo. La base para mantener una ganadería exitosa es asegurar el abasto de forraje para el ganado durante todo el año (CNZA, 1994). Alrededor del mundo se han realizado varios estudios para encontrar fuentes alternas de proteína y energía para la alimentación animal en las zonas rurales (Ortega y Vázquez, 1996). Los nopales forrajeros han sido usados por los ganaderos como fuentes alternativas de alimentación, sobre todo las nopaleras silvestres han ayudado al desarrollo de la ganadería. Se han reportado alrededor de 3 millones de ha en los estados de Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Jalisco, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Chihuahua (Flores y Aguirre, 1992). Las nopaleras silvestres se han utilizado como fuente de forraje mediante el chamuscado o algunas vacas lo consumen con todo y espinas, dependiendo la severidad de la época de estiaje y la disponibilidad de otras fuentes de forrajes. Además, el nopal se puede dar al ganado estabulado al chamuscarlo y picarlo. También se ha dado la recolección de nopalito y tuna para el consumo humano. Otra utilidad indiscutible de las nopaleras silvestres, ha sido los aspectos de la conservación de suelos, pues donde se presentan nopaleras, se reduce o impide el movimiento de suelo fértil y por lo tanto se mantienen condiciones más adecuadas para el desarrollo de las plantas. Existe una limitada fuente de información práctica que permita conocer el potencial forrajero de éste nopal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

El experimento se realizó en un predio ubicado en el municipio de Villa de Cos, Zacatecas a 23° 36' 23.26'' N y 102° 10' 25.49 O, con una elevación sobre el nivel del mar de 2013 m. En un potrero de 64 ha, se procedió a muestrear aleatoriamente Nopal duraznillo (*Opuntia leucotricha*). El muestreo se realizó en verano (2 de septiembre del año 2014) tomando 40 muestreos.

Caracterización bromatológica y nutricional

Las muestras se deshidrataron a 60°C durante 48h y se molieron en un molino con una criba de 1mm. A las muestras se les determinó la cantidad de cenizas (Ash) incinerando las muestras a 550°C por 4 h, y por diferencia entre la materia seca (MS) y la ceniza se obtuvo la materia orgánica (MO). Las Fibras Neutro (FND) y Ácido detergentes (FAD) fueron analizadas de forma secuencial mediante el Ankom200 (AnkomTechnology). La hemicelulosa (HEM) fue obtenida entre la diferencia de FND y FAD. La proteína cruda (PC) fue obtenida mediante la determinación del N total por análisis de combustión (Leco FP-428, Leco Corporation, St. Joseph, MI) y multiplicado por el factor de corrección 6.25. Los cálculos de energía fueron realizados mediante las ecuaciones donde la energía neta de mantenimiento (ENm) se calculó usando la ecuación $1.037 - 0.0124 * FAD$ y la energía neta de ganancia (ENg) como $(2.54 - (2.42 / (ENm * 2.2))) / 2.2$. Los nutrientes digestibles totales fueron obtenidos mediante $8 + 86 * ENI$. El consumo en materia seca en base al porcentaje de peso corporal (DMI, % BW) fue calculado como $120 / (\% NDF)$ y el valor relativo del forraje (RFV) se calculó como $DMI * DDM / 1.29$ (Moore and Undersander, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se muestran en el Cuadro 1. Diversos estudios incluyendo éste demuestran la gran cantidad de agua que

tiene el nopal, donde pasa el 90% en el verano lo cual es una ventaja en los ambientes áridos y semiáridos, donde pudiera ser el único forraje disponible para alimentar al ganado.

Cuadro 1. Perfil bromatológico y nutricional del nopal duraznillo (*Opuntia leucotricha*) bajo condiciones semiáridas del estado de Zacatecas.

| Variable | Valores | Des. Est. |
|---------------------------|---------|-----------|
| MS, % | 8.85 | 1.82 |
| Cenizas, % | 21.96 | 4.25 |
| PC, % | 6.36 | 0.96 |
| FND, % | 53.52 | 9.11 |
| FAD, % | 27.28 | 8.5 |
| ENm, Mcal/kg | 0.7 | 0.11 |
| ENg, Mcal/kg | 0.42 | 0.12 |
| NDT, % | 68.09 | 9.07 |
| DMI, %BW [#] | 2.37 | 0.74 |
| DDM, %DM ^{&} | 67.65 | 6.62 |
| VRV [*] | 126.13 | 51.68 |

[#]Consumo de materia seca en proporción (%) al peso corporal; [&]Degradabilidad de la materia seca en base al % de materia seca; ^{*}Valor relativo del forraje.

Durante la época de secas disminuye los requerimientos de agua del ganado y puede satisfacer los requerimientos de alimento. Además, el nopal se caracteriza por una gran cantidad de minerales, donde más del 20% fue reportado en el presente trabajo, pero algunos reportes indican cantidades de hasta el 40%. La cantidad de proteína sólo cumple requerimientos de mantenimiento, reportados para poblaciones microbianas ruminales entre 7 y 8% (Van Soest, 1994). La calidad de la fibra se considera buena, al presentar altos niveles de FND (>50%) y bajos niveles de FAD (<35%). Además, la digestibilidad y los nutrientes digestibles totales comprendieron casi el 70%. Lo anterior se refleja en valores de energía suficientes para mantenimiento y moderadas tasas de ganancia. Además de que el valor relativo del forraje comprende más de 100 puntos. La altura de corte o cosecha del nopal representa la capacidad de

recuperación de las plantas. Si se da un corte muy severo, dejando únicamente el cladodio madre y el primer piso se puede afectar seriamente la plantación, pero si se deja el segundo y mejor el tercer piso, cosechándose del tercero en adelante, la recuperación de la nopalera es más rápida y la productividad más constante entre cosechas, permitiéndose hasta dos cosechas al año (Vazquez Alvarado et al., 2008).

CONCLUSIONES

El nopal duraznillo contiene suficientes nutrientes para el mantenimiento y moderadas tasas de ganancia del ganado durante el verano. Sin embargo, se tendrán que realizar estudios durante las demás épocas del año y experimentar con procedimientos de conservación que permitan su almacenaje y conservación de las propiedades nutricionales.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1994. Official Methods of Analysis (15th ED). Association of Official Analytical Chemist Washington.
- CNZA, 1994. Instituto Nacional de Ecología. Mezquite Prosopisspp. Cultivo Alternativo para las Zonas Áridas y Semiáridas de México. Becerra G. Editorial INE, México.
- Flores V., C.A. y J.R. Aguirre R. 1992. El nopal como forraje. Universidad Autónoma Chapingo. México. 80 p. Segunda Reimpresión.
- Moore JE and Undersander J. Relative Forage Quality: An alternative to Relative Feed Value and Quality Index. Proceeding 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, 2002. pp 16-32.
- Ortega Nieblas, M., y Vázquez Moreno, Luz (1996). Protein Quality and Antinutritional Factors of Wild Legume Seeds from the Sonoran Desert. J. Agric. Food Chem. Volumen 44 (10): pp 3130–3132.
- Van Soest. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. 2nd Edition
- Vazquez Alvarado R. E., Valdez Cepeda R., Gutiérrez Ornelas E., Blanco Macias F. 2008. Caracterización e identificación de nopal forrajero en el noreste de México. Rev. Salud Pública y Nutrición (14): 21-36.

EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE HUMEDAD SOBRE LA SÍNTESIS DE FITOQUÍMICOS EN FRIJOL COMÚN

EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF WATER SUPPLY ON THE PHYTOCHEMICALS SYNTHESIS OF COMMON BEAN

Mayra Denise Herrera^{1*}, Jorge Alberto Acosta Gallegos², Rosalía Reynoso Camacho³, Salvador Horacio Guzmán Maldonado²

¹Inifap-Campo Experimental Zacatecas. Carretera Zacatecas-Fresnillo km 24.5 Calera de Víctor Rosales, Zac. Méx. C.P.98500,

²Inifap-Campo Experimental Bajío. Carretera Celaya-San Miguel de allende, Celaya, Gto. Méx. C.P. 38110, ³UAQ-Facultad de Química. Cerro de las Campanas S/N, Las Campanas Santiago de Querétaro, Qro. Méx. C.P. 76010.

*herrera.mayra@inifap.gob.mx

RESUMEN

El rendimiento del frijol es limitado debido a un inadecuado abastecimiento de agua durante el ciclo del cultivo, lo que pudiera provocar un estado de estrés hídrico que puede estar relacionado con cambios en el metabolismo primario y secundario de la planta. A pesar de que la síntesis de fitoquímicos está relacionada con el mecanismo de defensa, estos compuestos son considerados como sustancias bioactivas con beneficios a la salud. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de humedad (riego completo, sequía severa y riego restringido) sobre el contenido de compuestos fitoquímicos en dos variedades de frijol: Pinto Saltillo y Rarámuri. El grano obtenido a partir de plantas sometidas al riego completo (control) tuvo la concentración más baja de compuestos fenólicos y algunos de los carbohidratos no digeribles. Ambas variedades presentaron mayor concentración de fibra soluble cuando las plantas fueron sometidas al tratamiento de sequía severa; mientras que el riego restringido mejoró la síntesis de la mayoría de los compuestos fenólicos y carbohidratos no digeribles. Por lo anterior, la inducción del riego restringido durante la producción de frijol común pudiera incrementar la síntesis de fitoquímicos con calidad nutraceutica.

Palabras Clave: Frijol común, niveles de humedad, fitoquímicos, compuestos fenólicos, carbohidratos no digeribles

ABSTRACT

Common bean yields are limited by inadequate water supply during the cropping season, which may lead to a water-stress condition that changes the primary and secondary metabolism of pants. Although the phytochemical synthesis is related to defense mechanism, these compounds are also bioactive substances with health benefits. The aim of this study was to evaluate the effect of different regimes of water supply (full irrigation, severe drought and restricted irrigation) on phytochemicals content of two common bean cultivars: Pinto Saltillo and Rarámuri. Seed from plants grown under full irrigation (control) displayed the lowest concentration of phenolic compounds and some of the non-digestible carbohydrates. Soluble fiber was higher under severe drought in both cultivars; meanwhile, restricted irrigation improved the majority of phenolic compounds and content of non-digestible carbohydrates. Therefore, induction of RI during the production of common bean may increase the synthesis of phytochemicals with nutraceutical quality.

Key Words: Common bean, water supply, phytochemicals, phenolic compounds, non-digestible carbohydrates

INTRODUCCIÓN

El frijol común es la leguminosa de grano más importante para el consumo humano directo en el mundo. Esta leguminosa es fuente importante y económica de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales y es también una excelente fuente de

carbohidratos no digeribles como la fibra soluble e insoluble, almidón resistente y oligosacáridos. Adicionalmente se ha considerado como un alimento funcional debido a su elevada variedad de fitoquímicos, como los compuestos fenólicos, los cuales aportan beneficios a nuestro organismo

(Reynoso *et al.*, 2006). Sin embargo, la errática distribución de agua durante el ciclo de cultivo representa uno de los problemas más importantes para su producción, afectando el crecimiento de la planta y el rendimiento de grano; en este sentido, se ha reportado que la sequía estimula regulaciones post-transcripcionales que juegan un papel importante en la expresión de genes responsables de la activación del mecanismo de defensa, lo que incrementa la síntesis de fitoquímicos con calidad funcional (Jiang *et al.*, 2007). En los últimos años se ha estudiado el efecto del ‘déficit de irrigación’ o ‘riego restringido’ que consiste en la aplicación de agua por debajo de los requerimientos de la planta en etapas específicas de desarrollo, lo que se traduce en cambios a nivel estructural, metabólico y bioquímico, incrementando el estrés pro oxidativo de las plantas, lo que permite un estímulo positivo en la síntesis de metabolitos primarios y secundarios (Poiroux-Gonord *et al.* 2010). Bajo este contexto, se busca la optimización de la distribución de agua durante la producción de frijol, con el fin de aumentar la concentración de fitoquímicos en el grano. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de humedad del suelo sobre la síntesis de fitoquímicos en dos variedades de frijol del tipo Pinto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Producción de frijol. Semilla de las variedades Pinto Saltillo y Rarámuri se sembraron en invernadero con suelo arenoso de baja capacidad de retención de humedad; previo a la siembra, se fertilizó con la dosis 50-40-20 de NPK. Los tratamientos de humedad y las variedades se distribuyeron al azar bajo un diseño factorial 2 X 3, los factores fueron las variedades y los tratamientos con las diferentes condiciones de humedad. La unidad experimental consistió en dos surcos de 2.0 m de longitud separados

a 70 cm. Se probaron tres regímenes de humedad: 1. Riego completo, en el que las plantas se mantuvieron bajo condiciones óptimas de humedad (70% de humedad en el suelo con respecto a la capacidad de campo) durante todo el ciclo del cultivo; 2. Sequía severa, al suspender el riego al llegar a la fase reproductiva, específicamente al inicio de la floración (los días a floración varían según el genotipo del cultivar y las condiciones de cultivo); 3. Riego restringido, al aplicar riego para mantener el suelo al 40% de la capacidad de campo durante todo el ciclo del cultivo. Para la aplicación de los tratamientos de humedad, primero se determinó la curva de retención de humedad del suelo en los perfiles de 0 a 30 y 30 a 60 cm de profundidad.

Cuantificación de carbohidratos no digeribles. El contenido de fibra dietaria total y sus fracciones (soluble e insoluble) se realizó mediante el uso del kit: Total Dietary Fiber Assay Kit (Sigma-Aldrich, Missouri, USA), que consiste en una combinación de métodos gravimétricos y enzimáticos. A partir de la fracción insoluble de la fibra dietaria total, se realizó la cuantificación de almidón resistente usando como control una solución de glucosa (0-0.98 mg/mL); el almidón resistente se calculó como glucosa (mg) x 0.9 (Saura-Calixto *et al.* 1993). La concentración final de glucosa se determinó mediante un kit GOD-PAP (Randox Laboratories Ltd., UK). Para la extracción de oligosacáridos se siguió la metodología descrita por Muzquiz *et al.* (1999). El análisis por HPLC de oligosacáridos se efectuó usando una columna para carbohidratos marca Zorbax de 250 mm de longitud y 4.6 mm de diámetro interno, y 5 µm de tamaño de partícula. Se usó una pre columna Zorbax NH₂ de 4.6 mm de longitud y 12.5 mm de diámetro interno, y 5 µm de tamaño de partícula, y un detector de índice de refracción G1362A. La identificación de

oligosacáridos se realizó mediante comparación con el tiempo de retención y espectros de absorción de estándares de oligosacáridos comerciales y su cuantificación se realizó con curvas de calibración de los mismos.

Cuantificación de compuestos fenólicos. La extracción de compuestos fenólicos se realizó con una solución de acetona/agua/ácido acético (70:29.5:0.5, v/v/v) (Xu *et al.*, 2007). Los extractos se usaron para la cuantificación de fenoles totales mediante el ensayo de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999), taninos condensados totales con el método de vainillina-HCl (Desphande y Cheryan, 1985) y flavonoides totales, cuantificados con el ensayo colorimétrico de AlCl₃ (Liu *et al.*, 2002). La concentración de fenoles totales se expresó como mg equivalentes de ácido gálico/ g de muestra de frijol liofilizada, mientras que los taninos condensados y flavonoides se expresaron como mg equivalentes de (+) catequina/g de muestra. Para la cuantificación de antocianinas, se realizó la extracción con etanol acidificado al

95% (Abdel-Aal y Hukl, 1999) y se expresaron como mg equivalentes de cianidin-3-glucósido/ g de muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó un efecto significativo de los tratamientos sobre el contenido de fibra dietaria total ($P > 0.05$; Cuadro 1); sin embargo, la fracción insoluble de la fibra dietaria aumentó significativamente en ambas variedades cuando las plantas fueron cultivadas bajo riego restringido, con incrementos del 27% para Rarámuri y 16% para Pinto Saltillo; mientras que la mayor concentración de fibra dietaria soluble se encontró en el grano obtenido de plantas sometidas a estrés por sequía severa durante la etapa reproductiva, con incrementos de 45% para Rarámuri y 27% para Pinto Saltillo. Diferentes estudios han relacionado la incidencia del estrés hídrico con aumentos en la concentración de fibra en diversos cultivos, esto pudiera estar relacionado con alteraciones en componentes de la pared celular o la acumulación de especies reactivas de oxígeno (Zheng *et al.*, 2014).

Cuadro 1. Contenido de fibra dietaria total (soluble e insoluble) (g/100g), almidón resistente (mg/g) y oligosacáridos ($\mu\text{g/g}$) en semilla de frijol tipo Pinto obtenido bajo diferentes niveles de humedad.

| | Rarámuri | | | Pinto Saltillo | | |
|-----------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | RC | SS | RR | RC | SS | RI |
| FDT | 20.2 \pm 0.9 ^c | 21.9 \pm 0.7 ^{bc} | 23.2 \pm 0.2 ^b | 26.1 \pm 0.9 ^a | 26.0 \pm 0.1 ^a | 27.9 \pm 0.9 ^a |
| FDI | 12.6 \pm 0.2 ^c | 10.9 \pm 0.9 ^c | 16.0 \pm 0.1 ^{ab} | 15.2 \pm 0.9 ^b | 12.2 \pm 0.2 ^c | 17.7 \pm 0.3 ^a |
| FDS | 7.6 \pm 0.7 ^c | 11.0 \pm 0.9 ^{ab} | 7.8 \pm 0.1 ^c | 10.9 \pm 0.2 ^{ab} | 13.8 \pm 0.2 ^a | 10.2 \pm 0.6 ^{bc} |
| AR | 11.4 \pm 0.2 ^d | 8.1 \pm 0.1 ^f | 17.1 \pm 0.4 ^b | 15.1 \pm 0.1 ^c | 9.6 \pm 0.2 ^e | 19.0 \pm 0.5 ^a |
| Oligosacáridos | | | | | | |
| Rafinosa | 4.7 \pm 0.1 ^{bc} | 4.0 \pm 0.2 ^d | 5.1 \pm 0.4 ^b | 3.9 \pm 0.2 ^d | 4.6 \pm 0.1 ^c | 5.9 \pm 0.1 ^a |
| Estaquiosa | 0.5 \pm 0.0 ^c | 0.2 \pm 0.0 ^e | 0.7 \pm 0.1 ^b | 0.2 \pm 0.1 ^e | 0.4 \pm 0.1 ^d | 0.8 \pm 0.2 ^a |
| Verbascosa | 3.8 \pm 0.1 ^a | 2.6 \pm 0.1 ^c | 3.9 \pm 0.1 ^a | 1.9 \pm 0.1 ^d | 2.7 \pm 0.1 ^b | 3.9 \pm 0.1 ^a |

Diferentes letras en la misma línea indica diferencia estadística ($P < 0.05$) con la prueba de Tukey. SS, sequía severa; RR, riego restringido; FDT, fibra dietaria total; FDI, fibra dietaria insoluble; FDS, fibra dietaria soluble; AR, almidón resistente.

Por otro lado, uno de los componentes principales de la fracción de carbohidratos en el frijol corresponde al almidón resistente. En las muestras analizadas se encontró que las

dos variedades sometidas a sequía constante incrementaron su contenido de almidón resistente con respecto a lo obtenido bajo el tratamiento de riego completo, con

incrementos de 50% y 26% para Rarámuri y Pinto Saltillo, respectivamente.

En cuanto a la concentración de oligosacáridos, se puede observar que la rafinosa, estaquiosa y verbascosa fueron sintetizadas en mayor cantidad en ambas variedades obtenidas bajo riego restringido, con incrementos de 9, 40 y 3 % de rafinosa, estaquiosa y verbascosa en Rarámuri, y 51, 300 y 105% en Pinto Saltillo, en comparación con los valores obtenidos mediante el riego completo. Estos resultados concuerdan con lo reportado en chícharo (Corbineau *et al.*, 2000) y en frijol común (Bailly *et al.*, 2001), ya que los autores encontraron mayor concentración de rafinosa y estaquiosa en los cultivos antes mencionados, después de la producción bajo condiciones de estrés hídrico, en comparación con el producto obtenido a través de un riego óptimo. En este sentido, se ha reportado que los oligosacáridos son componentes importantes para la protección contra diversas condiciones de estrés, tales como la disminución e incremento de temperatura y la deshidratación (Downie *et al.*, 2003).

Los diferentes tratamientos de humedad no tuvieron un efecto significativo en la

acumulación de fenoles totales en la variedad Rarámuri, sin embargo, Pinto Saltillo sintetizó 83% más fenoles totales debido a la incidencia del estrés causado por el riego restringido (Cuadro 2). Contrario a lo anterior, la mayor concentración de taninos condensados se observó en el grano de la variedad Rarámuri obtenido bajo el mismo tratamiento, con un incremento del 118% en comparación con lo obtenido a partir del riego completo. No se observó diferencias significativas en la concentración de flavonoides, no obstante, a pesar de que el riego restringido permitió la síntesis de 79% más antocianinas en Rarámuri, la sequía severa incrementó la concentración de estos compuestos en un 89%. Estos resultados indican que al realizar la producción de frijol bajo condiciones de estrés, la planta tendrá una tendencia hacia el ahorro del agua por encima de la ganancia de carbono; esto se manifiesta mediante la estimulación de la actividad de enzimas antioxidantes y la síntesis de compuestos fenólicos para contrarrestar la acelerada producción de especies reactivas de oxígeno en diferentes organelos celulares (Karaqbourniotis *et al.* 2014).

Cuadro 2. Perfil polifenólico y capacidad antioxidante (IC₅₀) de semilla de frijol tipo Pinto obtenido bajo diferentes niveles de humedad.

| | Rarámuri | | | Saltillo | | |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | RC | SS | RR | RC | SS | RR |
| Fenoles totales | 1.7 ± 0.1 ^b | 1.9 ± 0.1 ^b | 1.9 ± 0.3 ^b | 1.2 ± 0.1 ^c | 1.9 ± 0.1 ^b | 2.2 ± 0.1 ^a |
| Taninos condensados | 1.1 ± 0.3 ^b | 0.9 ± 0.1 ^b | 2.4 ± 0.3 ^a | 1.1 ± 0.1 ^b | 1.3 ± 0.1 ^b | 1.4 ± 0.0 ^b |
| Flavonoides ² | 0.6 ± 0.1 ^b | 0.9 ± 0.1 ^b | 0.7 ± 0.1 ^b | 0.7 ± 0.1 ^{ab} | 0.6 ± 0.1 ^{ab} | 0.8 ± 0.1 ^a |
| Antocianinas ³ | 7.3 ± 0.9 ^b | 13.8 ± 0.5 ^a | 13.1 ± 0.6 ^a | 6.1 ± 0.4 ^b | 8.3 ± 0.5 ^b | 7.6 ± 0.6 ^b |

Diferentes letras en la misma línea indica diferencia estadística (P <0.05) con la prueba de Tukey. SS, sequía severa; RR, riego restringido. Los valores son expresados como¹ mg eq. ácido gálico/g, ² mg eq. catequina/g, ³ mg eq. cianidin-3-glucósido/kg.

CONCLUSIONES

Compuestos con propiedades funcionales como la fibra dietaria total, almidón resistente

y oligosacáridos aumentaron con la sequía constante, esto permite obtener un alimento con mayor calidad, y por lo tanto, con un

mejor potencial benéfico para la salud humana. El estrés hídrico por sequía, induce cambios en el metabolismo de las plantas, ya que se observó mayor concentración de fenoles totales, taninos condensados, flavonoides y antocianinas en los granos de frijol de las variedades Rarámuri y Pinto Saltillo.

LITERATURA CITADA

- Abdel-Aal, E.S.M.; Hucl P. 1999. A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheat. *Cereal Chem* 76:350-354.
- Bailly, C.; Audigier, C.; Ladonne, F.; Helene, W.M.; Coste, F.; Corbineau, F.; Come, D. 2001. Changes in oligosaccharide content and antioxidant enzyme activities in developing seeds as related to acquisition of drying tolerance and seed quality. *J Exp Bot.*52: 701.708.
- Corbineau, F.; Picard, M.A.; Fougereux, J.A.; Ladonne, F.; Come, D. 2000. Effects of dehydration conditions on desiccation tolerance of developing pea seeds as related to oligosaccharide content and cell membrane properties. *Seed Sci Res.*10: 329-339.
- Deshpande, S.S.; Cheryan, M. 1985. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. *Journal of Food Science* 50: 905-910.
- Jiang, Y.; Yang, B.; Harris, N.S.; Deyholos, M.K. 2007. Comparative proteomic analysis of NaCl stress-responsive proteins in *Arabidopsis* roots. *Journal of Experimental Botany* 58: 3591–3607.
- Karaqourniotis, G.; Liakopoulos, G.; Nokolopoulos, D.; Bresta, P.; Stavroulaki; Sumbele S. 2014. “Carbon gain vs. water saving, growth vs. defense”: two dilemmas with soluble phenolics as a joker. *Plant Science* 227: 21-27.
- Liu, M.; Qi Li, X.; Weber, C.; Yong, L.C.; Brown, J.; Hai, L.R. 2002. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 2926-2930.
- Muzquiz, M.; Burbano, C.; Ayet, G.; Pedrosa, M.M.; Cuadrado, C. 1999. The investigation of antinutritional factors in *Phaseolus vulgaris*. *Environmental and varietal differences. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 3:210-216.
- Poiroux-Gonord, F.; Bidet, L.P.R.; Fanciullino, A.L.; Gautier, H.; Lauri-Lopez, F.; Urban, L. 2010. Health benefits of vitamins and secondary metabolites of fruits and vegetables and prospects to increase their concentrations by agronomics approaches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58:12065-12082.
- Reynoso C., R.; Ramos G., M.; Loarca P., G. 2006. Bioactive components in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Advances in agricultural and Food Biotechnology. Research Singpost. Kerala, India.* 218 p.
- Saura-Calixto, F.; Goñi, I.; Bravo, L.; Mañas, E. 1993. Resistant starch in foods: modified method for dietary fiber residues. *J. Food Sci.* 58: 642-643.
- Singleton, V.L.; Orthofer, R.; Lamuela, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods enzymol* 299: 152-178.
- Xu, B.J.; Chang, S.K.C. 2007. A comparative study on phenolic profiles and antioxidant activities of legumes as affected by extraction solvents. *Journal of Food Science* 2: 159-166.
- Zheng, M.; Meng, Y.; Zhou, Z.; Wang, Y.; Chen, B. 2014. Protein expression changes during cotton fiber elongation in response to drought stress and recovery. *Proteomics* 14: 1776-19.

MORFOLOGIA Y PRODUCTIVIDAD DE TRES POBLACIONES NATIVAS DE *Brosimum alicastrum* EN UNA SELVA MEDIANA SUBCADUCIFOLIA

MORPHOLOGY AND PRODUCTIVITY OF THREE NATIVE POPULATIONS OF *Brosimum alicastrum* IN A SEMI-DECIDUOUS RAIN FOREST

José Francisco Villanueva Avalos¹, J. Vidal Rubio Ceja^{1*} y Jesús Alberto Cárdenas Sánchez¹

¹INIFAP - Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km. 6 Entronque Carr. Internacional México-Nogales. Apdo. Postal 100. Santiago Ixcuintla, Nayarit C.P. 63300.*rubio.vidal@inifap.gob.mx

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar la morfología y productividad de tres poblaciones nativas de Capomo (*Brosimum alicastrum*) en una selva mediana subcaducifolia del Estado de Nayarit, México, se caracterizaron los sitios productivos: **S₁₈₁: Ab(e)181**, **S₁₈₃: Ab(e)183** y **S₁₈₄: Ab(e)184**. Las variables evaluadas fueron: circunferencia del tallo (CT), diámetro del tallo (DT), altura, (Al), densidad (pl ha⁻¹) y productividad forrajera (t MS ha⁻¹). Las medidas morfológicas se tomaron en 16 plantas por triplicado en parcelas circulares de 1257 m² (r=20 m) en cada sitio. La productividad por sitio se estimó en nueve cuadrantes permanentes de 2 m² distribuidos al azar en una exclusión de 2500 m². Las evaluaciones fueron realizadas de febrero a junio. Se encontraron diferencias (P<0.01) para todas las variables evaluadas. **S₁₈₁** y **S₁₈₃** sobresalieron (P<0.01) en CT (2.6 y 2.8 m), DT (0.8 y 0.9 m) y Al (23.6 y 21.6 m, respectivamente). La densidad fue superior (P<0.01) en **S₁₈₄** con 270 pl ha⁻¹, comparadas con 74.6 y 59.8 pl ha⁻¹ para **S₁₈₁** y **S₁₈₃**, respectivamente. La producción de forraje fue mayor (P<0.01) en el **S₁₈₃** con 9.28 t MS ha⁻¹ comparadas con 4.60 y 6.09 t MS ha⁻¹ en **S₁₈₁** y **S₁₈₃**, respectivamente. En conclusión; las poblaciones de Capomo en Nayarit, Méx., presentan diferencias morfológicas importantes que inciden en su productividad forrajera. La producción y disponibilidad de hoja y fruto en los sitios evaluados, identifican a estos ecosistemas como un importante recurso forrajero para la alimentación de ganado y fauna silvestre durante la época de sequía.

Palabras clave: Capomo, *Brosimum alicastrum*, Selva, Morfología, Producción.

ABSTRACT

In order to characterize the morphology and productivity of three native populations of Capomo (*Brosimum alicastrum*) in a semi-deciduous rainforest at Nayarit, Mexico, the following production sites were characterized: **S₁₈₁: Ab(e)181**, **S₁₈₃: Ab(e)183**, and **S₁₈₄: Ab(e)184**. Evaluated variables were: stem circumference (ST), stem diameter (SD), height (H), density (pl ha⁻¹), and forage productivity (t DM ha⁻¹). Morphological measures were taken by triplicate in 16 plants from 1257 m² circular plots (r = 20 m) at each site. Productivity per site was estimated at nine 2-m² permanent quadrants randomly distributed at 2500 m² exclusion. Evaluations were performed from February to Jun. There were differences (P<0.01) for all evaluated variables. **S₁₈₁** and **S₁₈₃** outstanding (P<0.01) in ST (2.6 and 2.8 m), SD (0.8 and 0.9 m), and H (23.6 and 21.6 m, respectively). Density was higher (P<0.01) in **S₁₈₄** with 270 pl ha⁻¹, compared with 74.6 and 59.8 pl ha⁻¹ for **S₁₈₁** and **S₁₈₃**, respectively. Forage production was higher (P<0.01) in the **S₁₈₃** with 9.28 t DM ha⁻¹ compared with 4.60 and 6.09 t DM ha⁻¹ for **S₁₈₁** and **S₁₈₃**, respectively. In conclusion; Capomo populations in Nayarit, Mex., present significant morphological differences affecting forage productivity. Leaf and bear fruit production and availability in evaluated sites, identify these ecosystems as an important forage resource for feeding livestock and wildlife during the dry season.

Key words: Capomo, *Brosimum alicastrum*, Rainforest, Morphology, Production.

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales, donde la ganadería enfrenta serias deficiencias de alimento debido a los prolongados periodos de sequía,

se potencializa la importancia de las especies arbóreas con potencial para la producción de carne y leche en condiciones de pastoreo; sin embargo, tanto la ganadería como el manejo

de los recursos forrajeros continúan basando el manejo alimenticio del ganado en las gramas nativas o introducidas, lo que ha contribuido en gran medida al sobrepastoreo y degradación de los ecosistemas nativos (Villanueva-Avalos, 2015). Específicamente en Nayarit, la selva mediana subcaducifolia (SMSC) con un 21.6% (320 mil has) de la superficie estatal representa un importante ecosistema para el desarrollo de las actividades ganaderas (Cotecoca, 1979) bajo condiciones extensivas y donde los arbustos y árboles son de extrema importancia para lograr una ganadería ecológica y económicamente sustentable (Palma, 2005).

En el Estado de Nayarit, estos ecosistemas, comúnmente conocidos como “Capomeras”, generalmente constituidas por vegetación nativa en sucesión secundaria, el árbol de Capomo o Ramón (*Brosimum alicastrum*) es prácticamente una “reliquia” de la vegetación original. A pesar de los múltiples usos de esta especie arbórea, el uso más común se basa en el pastoreo estacional durante la época de sequía, periodo en el cual el Capomo y sus productos constituyen prácticamente la única fuente de alimento para el ganado en pastoreo; sin embargo, la sobreutilización de este recurso, aunado a un manejo inadecuado del ecosistema, han conducido a un progresivo deterioro en su condición y productividad (Pardo-Tejeda y Sánchez, 1983).

El Capomo es un árbol perenne, dioico, de porte mediano a alto (20-45 m), con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1.0 m, tronco derecho con contra fuertes grandes y bien desarrollados, ramas ascendentes y luego colgantes. Se distingue por su copa piramidal y densa, corteza extrema que va de lisa a escamosa según la edad, el color de la corteza varía de gris clara, parda, crema y hasta amarilla. En determinadas épocas del año el tallo exuda un látex blanco-amarillo que se utiliza para alimentación humana

(lactogénico), tanto las hojas como las inflorescencias y frutos globosos son de buena calidad nutricional y de alta digestibilidad. Es una especie dominante de las selvas alta perennifolia, sub perennifolias y sub caducifolias, las cuales se encuentran ocasionalmente en cañadas húmedas en zonas semiáridas; eventualmente forma masas puras de las selvas, desde los 50 hasta los 800 msnm (Pardo-Tejeda y Sánchez, 1983; Meiners *et al.*, 2009). Por sus propiedades nutricionales, alta digestibilidad y palatabilidad, el Capomo ha sido un constituyente importante en la alimentación de rumiantes y mono gástricos. En humanos, la semilla y el látex han sido utilizados como galactógenos; elaboración de mermeladas a partir de la pulpa del fruto; consumo de semillas asadas y hervidas como sustituto de la papa; tostadas y molidas, las semillas sustituyen al café (Pinto-Ruiz *et al.*, 2010). De acuerdo con Pardo-Tejeda y Sánchez (1983) si las 320 mil hectáreas de “Capomales” reportadas en Nayarit, contarán con una densidad de 5 árboles ha⁻¹ en el 50% de la superficie, con una producción de 16 kg de semilla por árbol, representaría la disponibilidad de un excelente complemento alimenticio para el hato ganadero estatal de hasta por seis meses.

De acuerdo a lo anterior, se llevó a cabo el presente estudio con el objetivo de caracterizar morfológica y productivamente tres sitios de la selva mediana subcaducifolia con poblaciones nativas de Capomo (*Brosimum alicastrum*) en el Estado de Nayarit.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en tres sitios agroecológicos de la Selva mediana sub caducifolia el Estado de Nayarit, México (Cotecoca, 1979), los cuales constituyen los tratamientos evaluados y se describen como: **Sitio Ab(e)181 (S₁₈₁)**: Corresponde a planos

y lomeríos cerca de la costa, en los municipios de Huajicori, Tecuala, Acaponeta, Rosamorada, Tuxpan, Ruíz, Santiago Ixc., Tepic, San Blas y Compostela; **Sitio Ab(e)183 (S₁₈₃)**: Corresponde a los terrenos planos y ondulados dentro de los municipios de San Pedro Lagunillas, Compostela, Ahuacatlán, Sta. María del Oro, Tepic y Xalisco, y el Sitio **Ab(e)184 (S₁₈₄)** que corresponde al sitio de productividad localizado en lo alto de la Sierra del Vallejo al sur del Estado, dentro del municipio de Compostela.

La vegetación de los sitios en estudio está integrada por especies dominantes dentro del estrato arbóreo por Guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*), Capomo (*Brosimum alicastrum*), Papelillo (*Bursera arborea*), Haba (*Hura poliandra*), Rosamorada (*Tabebuia rosea*), Higuera (*Ficus padifolia*), Clavellina (*Pseudobombax ellipticum*) y Caoba (*Swietenia humilis*) entre otras; mientras que en el estrato herbáceo dominan especies de *Paspalum multicaule*, *Bouteloua hirsuta*, *Setaria geniculata*, *Muhlenbergia sp.* y *Panicum sp.* entre otras (Cotecoca, 1979).

Las medidas morfológicas se tomaron en 16 plantas por triplicado en parcelas circulares de 1257 m² (r=20 m) en cada sitio. La productividad por sitio se estimó en nueve cuadrantes permanentes de 2 m² distribuidos al azar en una exclusión de 2500 m². Las evaluaciones y muestreos de campo fueron realizadas durante la época de sequía febrero a junio. Las muestras de hoja y fruto obtenidos fueron secadas en una estufa forrajera a temperatura de 50°C hasta peso constante para las determinaciones correspondientes.

Las características morfológicas y productivas evaluadas fueron: circunferencia de tallo (CT), diámetro del tallo (DT), altura (Al), densidad (pl ha⁻¹) y producción

forrajera, representada por la disponibilidad de hoja y fruto (t MS ha⁻¹) en el suelo. La información obtenida de sometió a un análisis de varianza mediante un diseño completamente al azar, con tres repeticiones y pruebas de DMS al 0.05 (SAS, 2009).

La circunferencia del tallo presentó diferencias (P<0.01) entre sitios productivos, dentro de los cuales sobresalieron S₁₈₁ y S₁₈₃ con 2,6 y 2.8 m, respectivamente, mismos que superaron en aproximadamente un 55% a la CT registrada en S₁₈₄. El diámetro del tallo vario desde 0.5 a 0.9 m y se encontraron diferencia entre sitios, observándose en los sitios S₁₈₁ y S₁₈₃ los árboles con mayor (P<0.01) DT (0.8 y 0.9 m, respectivamente). Estos resultados son ligeramente inferiores a los reportados por López *et al.* (2011) quienes reportan un DT de al menos un 1.0 m en árboles de Capomo adultos. La altura de los arboles muestreados fluctuó de 18.1 a 23.6 m, siendo diferente (P<0.01) entre los sitios evaluados, donde S₁₈₁ y S₁₈₃ sobresalieron con 23.6 y 21.6 m, los cuales siguen una tendencia similar a las observadas en CT y DT. Estos resultados, aunque ligeramente mayores (P<0.01) a los observados en S₁₈₄, (18.1 m), coinciden con los 20 m reportados para árboles de talla mediana, pero distan mucho de los 45 m reportados para árboles de talla alta según lo señalan Pardo-Tejeda y Sánchez (1983) y Meiners *et al.* (2009), lo cual sugiere que las poblaciones nativas de Capomo evaluadas están constituidas por especímenes relativamente jóvenes, sin embargo, no se tiene evidencia alguna de la edad de estas arboledas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización morfológica y productiva de las diferentes “Capomeras” de la SMSC muestran diferencias (P<0.01) entre sitios para todas las variables evaluadas (Cuadro 1).

Esta suposición es posiblemente confirmada por los resultados obtenidos sobre la densidad de plantas en los diferentes sitios, donde se observa una comunidad relativamente joven y

densa (273.3 pl ha^{-1}) en S_{184} , mayor ($P < 0.01$) a las observadas en S_{181} y S_{183} con 74.6 y 59.8 pl ha^{-1} , a las cuales superó en un 266 y 357% , respectivamente.

Cuadro 1. Características morfológicas y productivas de tres poblaciones nativas de capomo *Brosimum alicastrum* en una selva mediana sub caducifolia en Nayarit, México.

| Sitio | Circunferencia de Tallo (m) | Diámetro de Tallo (m) | Altura de Árbol (m) | Densidad (pl ha^{-1}) | Producción (t MS ha^{-1}) |
|----------|-----------------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Ab(e)181 | 2.6 ± 0.6^a | 0.8 ± 0.2^a | 23.6 ± 1.5^a | 74.6 ± 12.2^b | 4.60 ± 0.54^b |
| Ab(e)183 | 2.8 ± 0.8^a | 0.9 ± 0.3^a | 21.6 ± 2.6^a | 59.8 ± 26.3^b | 9.28 ± 0.84^a |
| Ab(e)184 | 1.7 ± 0.8^b | 0.5 ± 0.3^b | 18.1 ± 4.0^b | 270.3 ± 36.5^a | 6.09 ± 0.67^b |
| Media | 2.4 ± 0.9 | 0.7 ± 0.3 | 20.9 ± 3.6 | 138.1 ± 114.6 | 6.66 ± 0.55 |

^{ab}Literales diferentes entre columnas indican diferencias ($P < 0.01$) entre sitios.

Los resultados obtenidos en S_{181} y S_{183} caen dentro del rango de $20 - 147 \text{ árboles ha}^{-1}$ reportados para la selva mediana subperennifolia y ligeramente superiores a los $4 - 52 \text{ árboles ha}^{-1}$ reportados para la selva mediana caducifolia (Vega *et al.*, 2003). La alta densidad de árboles altos y delgados observada en S_{184} en la comunidad de Punta Mita, supera ampliamente a los reportados por estos autores para los diferentes ecosistemas de selvas en la región del pacífico de México.

Las características morfológicas anteriormente descritas, sin duda alguna, presentan un efecto importante sobre la producción de forraje en cada sitio evaluado. La producción de forraje (hoja+fruto) promedió $6.66 \pm 0.55 \text{ t MS ha}^{-1}$, observándose diferencias ($P < 0.01$) entre sitios, donde sobresalió S_{183} en la comunidad de Vado del Cora con $9.28 \pm 0.84 \text{ t MS ha}^{-1}$, la cual supero en 101 y 52% a la observada en S_{181} y S_{184} donde se obtuvieron 4.60 ± 0.54 y $6.09 \pm 0.67 \text{ t MS ha}^{-1}$, respectivamente. La producción y disponibilidad de productos alimenticios derivados del Capomo en los tres sitios de la SMSC durante los meses más críticos de la época de sequía, confirman la importancia de *Brosimum alicastrum* como

fuelle de alimento para la alimentación humana y animal durante la época de sequía (Pardo-Tejeda y Sánchez, 1983).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las "Capomeras" del Estado de Nayarit sugieren que son poblaciones en desarrollo, constituidas por árboles relativamente jóvenes que difieren tanto en sus características morfológicas como productivas. La producción y disponibilidad de hoja y fruto en los sitios evaluados, identifican a estos ecosistemas como un importante recurso forrajero para la alimentación de ganado y fauna silvestre durante la época de sequía.

LITERATURA CITADA

- COTECOCA-SARH. 1979. Memoria de los Coeficientes de Agostadero en el Estado de Nayarit. México, D.F. 196 p. <
- López, V.R.; M. Cházaro B.; R.M. González M.; H. Covarrubias L. 2011. Árboles de las Barrancas de los Ríos Santiago y Verde. CEA-Jalisco. URL: http://www.ceajalisco.gob.mx/publicaciones/pdf/arboles_barranca.pdf. Consultado en línea el 16 de junio de 2015.

- Meiners, M; C. Sánchez G; S. De Blois. 2009. Ramón; Fruto de nuestra cultura y raíces para la conservación. CONABIO. Biodiversitas. 87:7-10.
- Palma, J. M. 2005. Los árboles en la ganadería del trópico seco, Avances en Investigación Agropecuaria, (9)1: 1-11.
- Pardo-Tejeda, E; C. Sánchez M. 1983. Ramón, Capomo, Ojite, Ojoche *Brosimum alicastrum*. Recurso silvestre tropical desaprovechado. INIRB. Xalapa, Ver. 30 p.
- Pinto–Ruiz, R;D. Hernández; H. Gómez; Ma. Cobos; R.Quiroga; D. Pezo. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. Universidad y Ciencia. Villahermosa. Vol. 26 No.1.
- SAS (Statistical Analysis System). 2009. User's Guide: statistics. SAS Inst. Cary, NC. USA.
- Vega, A.L; J. Valdez H; V.M. Cetina A. 2003. Zonas ecológicas de *Brosimum alicastrum* Sw. en la Costa del Pacífico Mexicano, Rev. Madera y Bosque 9/1 27-53. URL: http://www.researchgate.net/profile/Juan_Valdez-Hernandez/publication/237037641_Zonas_ecologicas_de_Brosimum_alicastrum_Sw_en_la_costa_del_Pacifico_mexicano/links/53f52ef10cf22be01c3f7e30.pdf. Consultado en línea el 16 de junio de 2015.
- Villanueva – Avalos, J. F. 2015. Producción de pastizales y manejo de praderas en el Estado de Nayarit. INIFAP – CIRPAC. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Libro Técnico Núm. 5. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. 151 p.

**CALIDAD NUTRITIVA DE LA DIETA Y PRODUCCIÓN DE METANO DE BOVINOS
BAJO PASTOREO EN UN PASTIZAL DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE**
DIET NUTRITIVE QUALITY AND METHANE PRODUCTION OF GRAZING CATTLE IN
CHIHUAHUAN DESERT RANGELAND

Manuel Murillo Ortiz¹, Osvaldo Reyes Estrada¹, Esperanza Herrera Torres¹, Francisco O Carrete Carreon¹ Alberto Muro-Reyes²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5, Durango, Dgo, México CP 34170, *heto99@yahoo.com.mx²Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad nutritiva y la producción de metano de la dieta consumida por bovinos bajo libre pastoreo. El estudio se desarrolló durante dos épocas del año. Para la obtención de muestras de la dieta y la determinación del consumo de materia seca (CMS) se utilizaron 4 becerros fistulados del esófago de 350 ± 2 kg de PV. Las cantidades de metano (CH_4) se estimaron a partir de modelos matemáticos que consideran dentro de sus parámetros el CMS. En el análisis de los datos se utilizó un diseño completamente al azar. Los contenidos de proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO) registrados en la época de lluvia fueron superiores a los registrados en la época seca ($P < 0.05$); mientras que los contenidos de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (L) fueron superiores en la época seca en relación con la época de lluvia ($P < 0.05$). El CMS de los animales fue 78.2 % más alto en la época de lluvia en comparación con época seca ($P < 0.05$). La producción de metano (expresada en Mcal y gramos/animal/día) fue 82.7 % y 104 % más alta en la época de lluvia en relación con la época seca, respectivamente ($P < 0.05$). La calidad nutritiva y el consumo de forraje registrados en la época de lluvia son aceptables para sostener el rendimiento productivo de los animales; mientras que la producción de metano refleja las diferencias estacionales en el valor energético de la dieta consumida por el ganado en libre a través del año.

Palabras clave: Bovinos, calidad de la dieta, consumo, metano, pastizales.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the nutritive quality and methane production of diet consumed by grazing cattle. This study was carried out in two year seasons. To obtain samples of the diet and the determination of dry matter intake (DMI) were used four esophageal fistulated steers of 350 ± 2 kg BW. The methane production (CH_4) were estimated from mathematical models that consider within its parameters the DMI. A design completely randomized was used in analyzing the data. The crude protein (CP) and *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD) recorded in wet season were higher than those recorded during dry season ($P < 0.05$); whereas the contents of neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin were higher in the dry season in relation to the wet season ($P < 0.05$). The DMI was 78.2% higher in the wet season compared to the dry season ($P < 0.05$). Methane production (expressed in grams Mcal/animal/day) was 82.7% and 104% higher in the wet season in the dry season, respectively ($P < 0.05$). The nutritive quality and forage intake recorded in the wet season are acceptable to support the productive performance of cattle; while methane production reflected seasonal differences in the energy value of the diet consumed by grazing cattle throughout the year.

Key words: Cattle, diet quality, intake, methane, rangelands.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Durango, la ganadería bovina es una de las principales actividades de importancia económica. El estado cuenta con

un inventario de 1,329,670 cabezas de ganado bovino y aproximadamente 50 % de la superficie Estatal es utilizada para la ganadería en condiciones extensivas

(Gonzales et al., 2007). El propósito principal de la ganadería bovina extensiva duranguense, es la cosecha de becerros al destete para exportación en pie a los Estados Unidos de Norteamérica. En promedio se exportan 120,000 cabezas de ganado bovino al año y de esta actividad se obtiene una captación promedio anual de 42 millones de dólares (Gonzales et al., 2007). A pesar de estos indicadores económicos, los productores-ganaderos de la región, enfrentan problemas relacionados con la baja eficiencia productiva y reproductiva del ganado bovino reflejada en pesos promedios al destete de las crías y porcentaje de crías destetadas de 150 kg y 55 % por año. La baja eficiencia productiva y reproductiva del ganado se debe entre otros factores, a un inadecuado aporte de nutrientes como resultado de las fluctuaciones estacionales en la cantidad y la calidad del forraje disponible en los agostaderos. En este contexto, la evaluación de la calidad nutritiva del forraje consumido por animales bajo condiciones de libre pastoreo adquiere relevancia debido a las drásticas variaciones estacionales en el contenido de nutrientes de los pastizales.

Por otro lado, la producción de metano (CH_4) por los rumiantes se deriva del proceso de fermentación de la dieta que ingresa al rumen y constituye una pérdida de energía. Además, las emisiones de metano por los rumiantes contribuyen a las acumulaciones de gases de efecto invernadero por lo que ha aumentado el número de investigaciones a fin de reducir la producción de metano en el rumen. En nuestro país a excepción de algunos trabajos aislados, a la fecha son pocos los estudios científicos que se han realizado sobre la medición o estimación de metano de la dieta consumido por rumiantes en libre pastoreo. Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo caracterizar la calidad nutritiva y estimar la producción de metano de la dieta consumida por bovinos en apacentamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el año 2008 en un pastizal mediano arbosufrutescente ubicado al oriente de la ciudad de Durango (México). El área de estudio se localiza entre los $104^{\circ} 32' 21''$ longitud oeste y $24^{\circ} 22' 00''$ latitud norte. A una altitud de 1800 msnm, el clima es seco (Bs1k) con temperatura media anual de 16 a 18°C , precipitación pluvial de 400 a 500 mm, régimen de lluvias en el verano, época de seca de 7 a 8 meses y un periodo libre de heladas en promedio de 200 d (COTECOCA, 1979).

Periodos de muestreo

Se realizaron seis periodos de muestreo de forraje que incluyeron los meses de marzo, abril y mayo, que son representativos de la época seca y julio, agosto y septiembre como representativos de la época de lluvia.

Calidad nutritiva y consumo voluntario de forraje

Para la determinación de la calidad nutritiva y del consumo voluntario de forraje se utilizaron 4 novillos fistulados del esófago de 350 ± 2 kg de peso vivo. Los novillos se sometieron a periodos experimentales de 20 d, de los cuales 16 d fueron para la adaptación de los animales al área de estudio y 4 d para el muestreo de forraje y toma de muestras de heces de los animales. En los muestreos de forraje, se utilizaron bolsas de lona con fondo de malla y se realizaron por la mañana (7:00 h) por periodos de 45 min. El consumo de materia seca (CMS) del forraje se determinó a partir de la producción total de heces y de la fracción indigestible del forraje consumido (Villanueva et al., 2003). Para la estimación de la producción total de heces, se utilizó como marcador sesquióxido de cromo, el cual se administró oralmente en dosis de 8 g/d a los 4 novillos fistulados del esófago durante los 20 d de duración de los periodos experimentales (Villanueva et al., 2003). Las

muestras de heces se tomaron directamente del recto de los animales y se mantuvieron permanentemente en congelación hasta el posterior análisis de laboratorio. La fracción indigestible del forraje consumido, se obtuvo restando de 100 el porcentaje de digestibilidad verdadera *in vitro* de la MS. Las muestras de forraje se molieron en un molino Willey con malla de 1 mm y se les determinaron los contenidos de materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) (AOAC, 1999), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) (lignina (L) (Van Soest et al., 1991); digestibilidad verdadera *in vitro* de la MS (DVIVMS) y de la MO (DVIVMO) (Huntington y Burns 2007). A las heces se les determinó Cromo por espectrofotometría de absorción atómica (Jordon et al., 2002).

Predicción de la producción de metano

Los modelos lineales propuestos por Mills et al. (2003): Metano (MJ d⁻¹)= 5.93 +

0.92*CMS y Kurihara et al. (1999): Metano (g d⁻¹)= 41.5*CMS-36.2 fueron utilizados para predecir la producción de metano (CH₄).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un diseño completamente al azar. En el análisis de la información se utilizó el procedimiento GLM de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestran la calidad nutritiva y la producción de metano del forraje consumido por bovinos en libre pastoreo. Los contenidos de PC y DIVMO registrados en la época de lluvia fueron superiores a los registrados en la época seca (P<0.05). Sin embargo, los contenidos de FDN, FDA y L fueron superiores en la época seca en relación con la época de lluvia (P<0.05). El CMS de los animales fue 78.2 % mas alto en la época de lluvia en comparación con época seca (P<0.05).

Cuadro 1. Calidad nutritiva y producción de metano de la dieta consumida por bovinos en pastoreo.

| | Época | | EED | P< |
|---|-------|--------|------|-------|
| | Seca | Lluvia | | |
| MO, g Kg ⁻¹ MS | 900 | 892 | | NS |
| PC, g Kg ⁻¹ MS | 52.6 | 129 | | 0.001 |
| FDN, g Kg ⁻¹ MS | 760 | 656 | | 0.001 |
| FDA, g Kg ⁻¹ MS | 562 | 492 | | 0.01 |
| L, g Kg ⁻¹ MS | 71 | 55 | | 0.01 |
| DIVMO, g Kg ⁻¹ MO | 592 | 688 | | 0.001 |
| CMS, Kg d ⁻¹ | 4.6 | 8.2 | 1.1 | 0.01 |
| CH ₄ , Mcal cabeza ⁻¹ d ⁻¹ | 5.91 | 10.8 | 0.99 | 0.05 |
| CH ₄ ,g cabeza ⁻¹ d ⁻¹ | 152.2 | 310.3 | 2.8 | 0.01 |

EED= Error estándar de la diferencia entre medias

En otros estudios se han encontrado variaciones estacionales en los contenidos de PC, FDN, FDA, L, DIVMO y CMS en el forraje consumido por bovinos en pastoreo similares a los registradas en el presente estudio (Gelvin et al., 2004; Reed et al., 2006). Las diferencias entre épocas en la calidad nutritiva de la dieta consumida por el ganado pueden atribuirse principalmente a la fenología de los pastizales

(Sowell et al., 2003). Por lo que respecta al CMS las diferencias estacionales se explican por los mayores contenidos de proteína y a la disminución de la FDN (P<0.05) del forraje disponible (Bowman et al., 1999).

La producción de metano expresada en Mcal y gramos/animal/día fue 82.7 % y 104 % más alta en la época de lluvia en relación con la época seca, respectivamente (P<0.05). Hasta

ahora en el país no se ha generado información sobre la producción metano de la dieta consumida por bovinos en libre pastoreo. No obstante, las diferencias estacionales observadas en el presente estudio en la producción de metano probablemente pueden atribuirse a que durante la época de lluvia, los animales consumieron una dieta de más alto contenido energético en comparación con la época de secas.

CONCLUSIONES

Se concluye, que la calidad nutritiva y el consumo de forraje registrados en la época de lluvia son aceptables para sostener el rendimiento productivo de los animales. En este estudio se presenta nueva información sobre la producción de metano de la dieta consumida por bovinos en libre pastoreo la cual refleja las diferencias estacionales en la densidad energética de la dieta consumida por el ganado en libre a través del año.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1999. Association of Official Analytical Chemist. 16th ed. Arlington, VA, USA:
- Bowman J. G. P.; B. F. Sowell; D. L. Boss; H. Sherwood. 1999. Influence of liquid supplement delivery method on forage and supplement intake by grazing beef cows. *Animal Feed Science and Technology*. 80:273-285.
- COTECOCA. 1979. Tipos de Vegetación, Sitios de Productividad Forrajera y Coeficientes de Agostadero en Durango. México Colypso.
- Gelvin, A. A.; G. P. Lardy; S. A. Soto-Navarro; D. G. Landblom; J. S. Caton. 2004. Effect of field pea-based creep feed on intake, digestibility, ruminal fermentation and performance by nursing grazing native range in western North Dakota. *Journal of Animal Science*. 82:3589-3599.
- González, R. H.; O. F. Carrete; F. Meraz. 2007. Cadena Agroalimentaria Bovinos Carne en Durango: Diagnostico y Perspectivas. SAGARPA-INIFAP. Publicación Técnica n° 2:22-35.
- Huntington, G. B; J. C. Burns 2007. Afternoon harvest increases readily fermentable carbohydrate concentration and voluntary intake of gamagrass and switchgrass baleage by beef steers. *J. Anim. Sci*. 85:276-284.
- Jordon, D J.; T. J. Klopfenstein; D .C. Adams. 2002. Dried poultry waste for cows grazing low-quality winter forage. *Journal of Animal Science*. 80:818-824.
- Kurihara, M.; T. Magner; R. A. Hunter; G. J. McCrabb. 1999. Methane production ane energy parttion of cattle in the tropics. *British Journal of Nutrition*. 81:227-234
- Mills, J. A.; E Kebreab; C. M. Yates; L. A. Crompton; S. B. Cammel; M. S. Dhanoa; R. E. Agnew; J. France. 2003. Alternative approaches to predicting ethane emissions from dairy cattle. *Journal of Animal Science*. 81:3141-3150.
- Reed, J. J.; G. P. Lardy; M. L. Bauer; M. Gibson; C. S. Caton. 2006. Effects of season and inclusion of corn distillers dried grains with solubles in creep feed on intake, microbial protein synthesis and efficiency, ruminal fermentation, digestion and performance of nursing calves grazing native range in southeastern North Dakota. *Journal of Animal Science*. 84:2200-2212.
- Sowell, B.F.; J. G. P. Bowman; E. E. Gring; M. MacNeil. 2003. Liquid supplement and forage intake by range beef cows. *Journal of Animal Science*. 81:294-303.
- Van Soest, P J.; B. J. Robertson; B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 74: 35-83
- Villanueva, J. F.; J. J. Bustamante; J. A. Bonilla; J. V. Rubio. 2003. Nutritional value of diet and forage and nutrient intake by grazing cattle of evergreen seasonal forest ecosystem. In: FMVZ-UAY editors. Proc Sixth International Symposium on the Nutrition Herbivores. Mexico. p 467.
- SAS, 2003. SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.

BLOQUES MULTINUTRICIONALES A BASE DE NOPAL FERMENTADO Y SUS EFECTOS SOBRE LOS PATRONES DE FERMENTACION RUMINAL EN GANADO BOVINO

MULTINUTRIENT BLOCKS FROM FERMENTED CACTUS PEAR AND THEIR EFFECTS ON FERMENTATION RUMINAL PATTERNS IN CATTLE

Leslie BerúmenHernandez¹, Jay D Carrillo Herrera², Jonathan N Rubio Valdez², Esperanza Herrera Torres^{3*}, Manuel Murillo Ortiz³, Alberto Muro-Reyes⁴, Héctor Gutiérrez-Bañuelos⁴

¹Alumna del Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias de la UJED, ²Alumnos de la Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias de la UJED, ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Durango-Mezquital Km 11.5, Durango, Dgo, México CP 34170, *heto99@yahoo.com.mx, ⁴Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de bloques multinutricionales a base de nopal fermentado sobre los patrones de fermentación ruminal en ganado bovino. En este estudio se evaluaron 2 tratamientos: heno de avena + bloque multinutricional (T1); heno de avena (T2). Se emplearon 4 novillos fistulados de rumen con un peso promedio de 700 kg ± 3.4 Kg, mismos que se alojaron en corraletas individuales de 6 X 16 m provistas de bebederos y comederos. Se utilizaron periodos experimentales de 21 días: 15 días fueron de adaptación de los animales al consumo del heno de avena y de los bloques multinutricionales y 6 días para las mediciones de consumo voluntario y toma de muestras de líquido ruminal. El último día del periodo de mediciones y 4 horas después de la alimentación de la mañana se tomaron muestras de líquido ruminal a las cuales de inmediato se les registró el pH y posteriormente se les determinó nitrógeno amoniacal (N-NH₃) y ácidos grasos volátiles. En el análisis de la información se utilizó un diseño cruzado. No se registraron efectos de tratamientos sobre el pH ruminal (P>0.05). En el tratamiento con heno de avena + bloque (T1) las concentraciones ruminales de N-NH₃ fueron superiores al tratamiento testigo (T2) (P<0.05). Las concentraciones ruminales de ácidos grasos totales (AGVT) y de ácido acético no fueron afectadas por los tratamientos (P>0.05). No obstante, las concentraciones ruminales de ácido propionico, butírico y la relación acético:propionico fueron diferentes entre tratamientos (P<0.05). Los resultados indican que los bloques multinutricionales mejoraron los patrones de fermentación ruminal.

Palabras clave: Nopal, bovinos, bloques multinutricionales, fermentación ruminal.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of multinutrient blocks from fermented cactus pear on fermentation ruminal patterns in cattle. In this study, 2 treatments were evaluated: oat hay + multinutrient blocks (T1); oat hay (T2). Four rumen fistulated steers were used with an average weight of 700 kg ± 3.4 kg, same as those housed in individual pens of 6 x 16 m equipped with individual feeders and waterers. Experimental periods of 21 days were used: 15 days were for adaptation of animals to the intake of oat hay and multinutrient blocks and 6 days for intake measurements and sampling of ruminal fluid. The last day of the period measurements and 4 hours after the morning feeding, rumen fluid samples were taken and immediately was recorded pH and subsequently they were determined ammonia nitrogen (NH₃-N) and volatile fatty acids. Crossover design was used in the analysis of information. Treatment with oat hay + block (T1), the NH₃-N ruminal concentrations were higher than the control treatment (T2) (P<0.05). Ruminal concentrations of total fatty acids (TFA) and acetic acid were not affected by treatments (P> 0.05). However, ruminal concentration of propionic acid, butyric as well as the relation acetic:propionic were different between treatments (P<0.05). The results indicate that multinutrient blocks improved ruminal fermentation patterns.

Key words: Cactus pear, cattle, multinutrient blocks, ruminal fermentation.

INTRODUCCIÓN

La producción de forraje en el norte de México es limitada por la irregularidad de las lluvias durante el año, lo cual resulta en una baja disponibilidad de forraje sobretodo en la época de secas (Murillo, 2012). La variabilidad en la disponibilidad de forraje a través del año, trae como consecuencia inestabilidad en la producción animal en pastoreo, haciéndola ineficiente (Barros *et al.*, 2003). Esto obliga al uso de concentrados comerciales durante este periodo para cubrir las necesidades de proteína y energía del ganado. Sin embargo, el uso de concentrados eleva el costo de la alimentación, lo que hace necesario emplear nuevas alternativas que abaraten los costos (Herrera, 2011). En este escenario el nopal nativo o cultivado como parte integral de los pastizales, representa una buena alternativa como suplemento para el ganado en apacentamiento, además de que es altamente adaptable a condiciones de sequía. No obstante, el contenido de proteína cruda del nopal es reducido (4%) (Díaz, 2011). Recientemente la fermentación en estado sólido (FES) con diferentes levaduras ha emergido como una herramienta biotecnológica que es utilizada para mejorar las características nutricionales de sustratos alimenticios como el nopal (Herrera *et al.*, 2014).

Por otro lado, los bloques multinutricionales (BM) constituyen una tecnología para la fabricación de alimentos sólidos que proporcionan al ganado una alta cantidad de energía, proteína y minerales. Generalmente, el uso de los BM se emplea como una forma de alimentación estratégica para rumiantes en libres pastoreo durante la época de secas. Una forma de maximizar el uso de nopal forrajero fermentado podría ser al incluirlo como parte de los ingredientes a los BM. Pocos estudios sobre el uso en la alimentación animal de nopal fermentado en BM se han reportado en

la literatura y quizás no existen reportes científicos sobre sus efectos en los parámetros de fermentación ruminal de rumiantes en libre pastoreo o en confinamiento. Por lo tanto, el objetivo de este estudio evaluar los efectos de bloques multinutricionales elaborados base de nopal fermentado sobre los patrones de fermentación ruminal en ganado bovino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El presente trabajo se llevó a cabo en el laboratorio de investigación y en el área de estudios experimentales en bovinos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango y el nopal se colectó en el Rancho Santa Cruz del Aguaje ubicado en el km 23 de la carretera Durango-Mezquitlan. Ambos sitios se encuentran ubicados a 24°28'N, 104°40'W, a 1890 msnm y con una temperatura media anual de 17.5°C y una precipitación media de 450 mm (INEGI, 2004).

Proceso de fermentación de nopal Se picaron 50 kg de nopal forrajero los cuales fueron inoculados a 1×10^8 con la levadura *K. marxianus* en un recipiente de plástico. La fermentación se llevó a cabo durante 166 h a una temperatura de 32°C. Al concluir el periodo de fermentación, se extrajeron 100 g de muestra, la cual fue secada a 55 °C por 24 h en una estufa de aire forzado. A esta muestra se le determinó el contenido de materia seca y proteína cruda (AOAC, 1994).

Elaboración de bloques multinutricionales.

Una vez terminado el proceso de fermentación de nopal, éste se mezcló con otros ingredientes alimenticios. Enseguida, esta mezcla se transfirió a moldes metálicos en los cuales se compactó hasta formar una pasta sólida. Al concluir este proceso y sobre una superficie plana, se procedió a vaciar los moldes con los bloques lo suficientemente

compactos. Para el secado de los bloques, estos permanecieron sobre la superficie plana durante 15 días a temperatura ambiente. Después de concluido el periodo de secado, se tomaron muestras de los mismos en el centro y los extremos a los cuales se les determinaron los contenidos de: MS, PC

(AOAC, 1994), FDN, FDA y L (Van Soest *et al.* 1991), así como DIVMS (ANKOM, 2008). El peso de los bloques al final del periodo de secado fue de 25 Kg. La composición y las características nutricionales de los bloques se presentan en Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición y características nutricionales de los bloques multinutricionales a base nopal fermentado

| Ingredientes | (%) |
|-----------------------------|-------|
| Nopal Fermentado | 45 |
| Heno de alfalfa | 10 |
| Urea | 5 |
| Harinolina | 20 |
| Minerales | 5 |
| Sal | 5 |
| Cemento | 5 |
| Cal | 5 |
| Composición nutricional (%) | |
| MS | 90.72 |
| PC | 40.54 |
| FDN | 38.50 |
| FDA | 15.90 |
| DIVMS | 87.69 |

MS=materia seca, PC=proteína cruda, FDN=fibra detergente neutro, FDA=fibra detergente ácido, DIVMS=digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

Animales experimentales. Se emplearon 4 novillos fistulados de rumen con un peso promedio de 700 kg \pm 3.4 Kg, los cuales se alojaron en corraletas individuales de 6 X 16 m provistas de bebederos y comederos individuales. La alimentación fue base de heno de avena (7 % PC; 70 % FDN) mismo que se proporcionó al 2 % del peso vivo de los animales.

Tratamientos y periodos experimentales.

En este prueba se evaluaron los siguientes tratamientos: heno de avena (2% PV) + bloque multinutricionales (T1) y heno de avena (2% PV) (T2). El heno de avena se proporcionó dos veces al día (9:00 am y 15:00 h pm); mientras que los bloques permanecieron constantemente en los comederos a la disposición de los animales. Se utilizaron periodos experimentales de 21 días de los cuales 15 fueron de adaptación de

los animales al consumo del heno de avena y de los bloques multinutricionales y 6 días para las mediciones de consumo voluntario y toma de muestras de líquido ruminal. El ultimo día del periodo de mediciones y 4 horas después de la alimentación de la mañana se tomaron muestras de líquido ruminal a las cuales de inmediato se les registró el pH. Enseguida, las muestras de líquido ruminal se filtraron a través de cuatro capas de gasa y se dividieron en dos submuestras. La primera submuestra (10 ml) se acidificó con 0.3 ml de ácido sulfúrico al 50 % y la segunda se acidificó con 2.5 ml de ácido metafosfórico, luego ambas muestras se congelaron a -4°C para su posterior análisis de nitrógeno amoniacal (N-NH₃) y ácidos grasos volátiles (Galyean y May, 1997).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de la varianza para un un diseño de cruzado (crossover) y para detección de diferencias entre medias se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey. En el análisis de la información se utilizaron los procedimientos GLM y MEANS de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 2 se presenta los patrones de fermentación ruminal. No se registraron efectos de tratamientos sobre el pH ruminal ($P>0.05$). No obstante, estos valores son superiores a los que pueden disminuir la digestión ruminal de la fibra. De acuerdo con Orskov (1982) valores de pH inferiores a 6.2 reducen la digestión ruminal de la fibra. Se

registraron efectos de tratamientos sobre las concentraciones ruminales de $N-NH_3$ ($P<0.05$). En el tratamiento con heno de avena + bloque (T1) las concentraciones ruminales de $N-NH_3$ fueron superiores al tratamiento testigo (T2). Las concentraciones ruminales de $N-NH_3$ registradas en el tratamiento testigo (T1) fueron más bajas que las sugeridas para un óptimo crecimiento microbiano en el rumen. Sin embargo, con T2 las concentraciones ruminales de $N-NH_3$ fueron más altas que 5mg/100 ml de líquido ruminal requeridas para la óptima síntesis de proteína microbiana en el rumen (Satter y Slyter, 1974). En este estudio las diferencias registradas en las concentraciones ruminales de $N-NH_3$ pueden atribuirse a la proteína suplementaria aportada por los bloques multinutricionales.

Cuadro 2. Patrones de fermentación ruminal de bovinos alimentados con heno de vena complementada con bloques multinutricionales a base de nopal fermentado.

| | T1 | T2 | EEM | P < F |
|--------------------------|------------|------------|------|-------|
| pH | 6.7 ±0.13 | 6.6 ±0.13 | 1.30 | NS |
| N-NH ₃ mg/dL | 7.7 ±0.54 | 4.1 ±0.15 | 1.11 | * |
| AGV totales mM | 99.6 ±0.74 | 97.1 ±2.08 | 2.78 | NS |
| Acético mol/100 moles | 52.5 ±0.51 | 51.5 ±0.55 | 1.40 | NS |
| Propiónico mol/100 moles | 42.0 ±0.35 | 37.5 ±0.96 | 1.48 | * |
| Butírico mol/100 moles | 8.5 ±0.28 | 2.35 ±1.16 | 1.25 | * |
| A:P | 1.24 ±0.02 | 1.37±0.02 | 0.03 | * |

EEM=Error estándar de la media, *($P<0.005$), NS= No significativo

Las concentraciones ruminales de ácidos grasos totales (AGVT) y de ácido acético no fueron afectadas por los tratamientos ($P>0.05$). En el caso de las concentraciones ruminales de ácido acético la falta de respuesta a la suplementación de los bloques nutricionales puede atribuirse a que los animales consumieron las mismas cantidades de fibra que fueron suministradas por el forraje de base en ambos tratamientos. Las concentraciones ruminales de ácido propiónico, butírico y la relación acético:propiónico fueron diferentes entre tratamientos ($P<0.05$). En los animales

suplementados con bloques nutricionales las concentraciones ruminales de ácido propiónico fueron superiores a los animales no suplementados. Lo anterior podría explicarse a partir de los carbohidratos solubles que fueron aportados por los bloques multinutricionales. La mejor relación acético:propiónico se obtuvo en los animales suplementados con bloques multinutricionales. También, esta relación acético:propiónico probablemente puede explicarse por un mejor balance energético proporcionado por los bloques

multinutricionales a los microorganismos ruminales.

CONCLUSIONES

Se concluye que los bloques multinutricionales a base de nopal fermentado mejoraron los patrones de fermentación ruminal de bovinos en confinamiento. Sin embargo, es necesario evaluar los bloques multinutricionales en los patrones de fermentación ruminal en rumiantes en libre pastoreo.

LITERATURA CITADA

- ANKOM. 2008. Technology. Procedures for fiber and *in vitro* analysis. www.ankom.com. Accessed November 2013.
- AOAC. 1994. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32.
- Barros, M F.; P. I. Núñez; W. U. Yoshimi; N. W. González; S. N. Evelazio. 2003. Suplementación con sal mineral proteinada para bovinos de carne en crecimiento y finalización, pastoreando Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) en invierno. Revista Brasileira de Zootecnia. 32: 235-245.
- Díaz P. D.; M.C. Rodríguez; F. P. Mancillas; O. N. Ruiz; M. S. Mena; T. F. Salvador; L. M. Duran. 2012. Fermentación *in vitro* de nopal forrajero con un inoculo de levadura *Kluyveromyces lactis* obtenida a partir de manzana de desecho. REDVET. 13. 1: 1-7.
- Galyean, M. L.; T. May. 1997. Laboratory Procedures in Animal Nutrition Research, 2 ed. The Cruces, New Mexico. pp. 41-47.
- Herrera T.E. 2011. Parámetros productivos y perfil metabólico en ovejas suplementadas con forraje hidropónico de trigo. Tesis de Doctorado. Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, Dgo., México. 5 pp
- Herrera, E.; M. Murillo; L. Berumen; J. Páez; G. Villarreal. 2014. Efecto de *Sacharomyces Cerevisiae* Y *kluveromices marxianus* Durante el Tiempo de Fermentación en la Calidad Nutritiva del Nopal Forrajero. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 1(1):33-40.
- INEGI .2004. Cuaderno Estadístico Municipal, Durango. Estado de Durango. México.
- Murillo, O. M.; E. Herrera; F .O. Carrete; O. Ruiz; J. S. Serrato 2012. Chemical composition, *in vitro* gas production. Ruminal fermentation and degradation patterns of diets bay grazing in native range of north Mexico. Asian Australian Journal of Animal Science. 25:1395-1403.
- Orskov, O. R. 1982. Protein Nutrition in Ruminants. Academic Press, New York, USA.
- SAS. 2003. Statistical Analysis Systems user's guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Satter, L. D.; L. L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. British. Journal. Nutrition. 32:199-208.
- Van Soest, P J.; B. J. Robertson; B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 74: 35-83.

DINÁMICA DE AHIJAMIENTO DE *Megathyrus maximus* CV. MOMBAZA, A DIFERENTE FRECUENCIA DE CORTE

TILLERING DYNAMICS OF *Megathyrus maximus* CV. MOMBAZA GRASS, TO DIFFERENT CUTTING FREQUENCY

Santiago Joaquín Cancino^{1*}, Andrés G. Limas Martínez¹, Bertín Maurilio Joaquín Torres², Benigno Estrada Drouaillet¹, Javier Hernández Meléndez¹, Adelaido Rafael Rojas García³

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Ingeniería y Ciencias. Matamoros sn, Centro. Ciudad Victoria, Tamaulipas.

²Licenciatura en Zootecnia, Universidad del Papaloapan. ³Programa de Ganadería, IREGEP, Colegio de Postgraduados. sjoaquin@uat.edu.mx

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la frecuencia de corte en la densidad, tasa de aparición y muerte de tallos de pasto Mombaza. El estudio se realizó en condiciones de temporal, de noviembre de 2010 a octubre de 2011, en el área experimental de la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Oaxaca, localizado a 18° 01' 19" N, 95° 51' 33" O y 26 msnm. Se estudiaron tres frecuencias de corte (FC: 4, 5 y 6 semanas de rebrote), en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS. Se encontró efecto de interacción frecuencia de corte y época de año para la variable densidad de tallos ($P < 0.05$), donde el valor mayor promedio (2,454 tallos m^{-2}) se obtuvo durante la época de nortes; sin embargo; no existieron diferencias estadísticas para la misma variable entre frecuencias de corte, durante las épocas. En la tasa de aparición de tallos, se encontró interacción frecuencia de corte y época de año ($P < 0.01$) y los mayores valores (34.2 y 35.2 tallos $100\ tallos^{-1}\ mes^{-1}$) se registraron a las 5 y 6 semanas durante la época de lluvias, respectivamente. Respecto a la tasa de muerte de tallos, se encontró efecto de la interacción frecuencia de corte y época de año ($P < 0.01$). Además, la mayor tasa de muerte de tallos promedio (23.8 tallos $100\ tallos^{-1}\ mes^{-1}$) se registró durante la época de lluvias. En conclusión, la mayor dinámica de ahijamiento se presentó durante la época de lluvias y se recomienda cosechar cada 5 semanas, independientemente de la época del año.

Palabras clave: *Panicum maximum*, intervalo de corte, rebrote de tallos.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the cutting frequency in the density, rate of appearance and death tillers of Mombazagrass. The study was conducted under rainfed conditions, from november 2010 to october 2011, in the experimental area of the Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Oaxaca, located at 18 ° 01' 19 "N, 95 ° 51' 33" W and 26 masl. Three cutting frequencies were studied (FC: 4, 5, and 6 weeks of regrowth), in a design complete randomized with four replicates block. Statistical analysis of data was carried out using the statistical package SAS PROC MIXED. Interaction effect was found cut off frequency and season year for the variable density of stems ($P < 0.05$), where higher averaging (2,454 stems m^{-2}) was obtained during the windy season; however; not there were statistical differences for the same variable between frequencies, during seasons. The rate of appearance of stems, found interaction cutting frequency and season year ($P < 0.01$) and the highest values (34.2 and 35.2 stems $100\ stems^{-1}\ month^{-1}$) were recorded at 5-6 weeks during the rainy season, respectively. Regarding the rate of death of stems, the interaction effect was found cutting frequency and season year ($P < 0.01$). In addition, the largest rate of death of average stems (23.8 stems $100\ stems^{-1}\ month^{-1}$) was recorded during the rainy season. In conclusion, the increased tillering dynamics arose during the rainy season and is recommended to harvest each 5 weeks, regardless of the season year.

Key words: *Panicum maximum*, cutting interval, tiller turnover.

INTRODUCCIÓN

El estudio de las estrategias de persistencia de las gramíneas forrajeras permite identificar prácticas de manejo del pastoreo y con ellos, aumentar la productividad por medio de la reposición natural y renovación de tallos, asegurando que la población de plantas se puede ajustar al régimen de defoliación y restaurar el IAF “ideal” para determinado estado fenológico y época del año (Valentine y Matthew, 1999). Además, la persistencia de las praderas depende de la capacidad de las plantas para renovar los tallos muertos y mantener estable la densidad poblacional de tallos, lo que está directamente determinado por el efecto combinado de los patrones estacionales en los procesos de aparición, muerte y supervivencia de tallos (Ramírez *et al.*, 2011). El incremento en la tasa de aparición de tallos se asocia con la tasa de mortalidad durante determinado periodo y proporciona como resultado incremento en la densidad de tallos de una pradera, independientemente de la estrategia de manejo que se utilice, ya sea frecuencia o intensidad de pastoreo (Zanine *et al.*, 2013). Al respecto, en *Panicum maximum* cv. Mombaza se ha encontrado que a mayor frecuencia de corte, se mantiene una estabilidad poblacional de tallos, independientemente de la época del año, lo que implica una mayor persistencia de la pradera (Ramírez *et al.*, 2011). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la frecuencia de corte en la densidad, tasa de aparición y muerte de tallos de pasto Mombaza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en condiciones de temporal, de noviembre de 2010 a octubre de 2011, en la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Oaxaca. Se evaluaron tres frecuencias de corte (FC: 4, 5 y 6 semanas de rebrote para cada época), a

una altura de 15 cm; en un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: densidad, tasa de aparición y muerte de tallos. Para determinar estas variables, al inicio del experimento, en cada unidad experimental, se seleccionó un macollo, en el que se marcaron los tallos vivos existentes, con anillos de cable de un mismo color, los cuales se consideraron como la población inicial de tallos. Posteriormente, cada mes, durante un año, se contaron y marcaron los nuevos tallos, con anillos de diferente color, para cada generación. Los tallos muertos se contaron y se les retiró el anillo. Estos valores se multiplicaron por el número de plantas por m^2 y se estimó la densidad poblacional de tallos (DPT; tallos m^{-2}), y sus respectivas tasas mensuales de aparición (TAT) y muerte (TMT) (tallos 100 tallos^{-1}), mediante la metodología descrita por Carvalho *et al.* (2000); donde: DPT= Número total de tallos vivos existentes en cada muestreo; TAT= (Número de tallos nuevos / DPT del muestreo anterior)*100; TMT= (Número de tallos muertos / DPT del muestreo anterior)*100. El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2002). Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró efecto de época del año ($P<0.01$) en la densidad poblacional de tallos, tasa de aparición y tasa de muerte de tallos (Cuadro 1). Se observó que la mayor densidad de tallos se registró en la época de nortes, con promedio de 2,454 tallos m^{-2} . La densidad de tallos al final del estudio, fue mayor en la frecuencia de corte de 5 semanas, en comparación a las de 4 y 6 semanas, como resultado de diferentes respuestas de ahijamiento de las plantas, ocasionadas por las condiciones

de manejo y factores ambientales existentes. Se observó mayor tasa de aparición de tallos durante la época de lluvias y nortes, en comparación con sequía. En la época de lluvias, la menor tasa de aparición de tallos ocurrió en la frecuencia de 4 semanas, con 20.1 tallos 100 tallos⁻¹ mes⁻¹. Se observó mayor tasa de muerte de tallos durante el

periodo lluvioso, en comparación con nortes y sequía, particularmente en las frecuencias de corte de 5 y 6 semanas ($P < 0.05$). Durante la época de lluvias, la tasa promedio de muerte de tallos fue 14.3 y 80 % mayor, en comparación con la de nortes y sequía, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Densidad, tasa de aparición y muerte de tallos de *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza, cosechado a diferente frecuencia de corte, durante las épocas del año.

| Frecuencia de corte (semanas) | Nortes | Sequía | Lluvias | Promedio |
|--|----------|----------|----------|----------|
| Densidad de tallos (tallos m ⁻²) | | | | |
| 4 | 2,479 Aa | 2,217 Aa | 2,139 Aa | 2,278 A |
| 5 | 2,475 Aa | 1,906 Ab | 1,876 Ab | 2,086 A |
| 6 | 2,409 Aa | 1,800 Ab | 1,897 Ab | 2,018 A |
| Promedio | 2,454 a | 1,974 b | 1,971 b | |
| Tasa de aparición de tallos (tallos 100 tallos ⁻¹ mes ⁻¹) | | | | |
| 4 | 22.8 Aa | 1.0 Bb | 20.1 Ba | 14.6 B |
| 5 | 25.6 Ab | 1.5 Bc | 34.2 Aa | 20.4 A |
| 6 | 24.2 Ab | 3.3 Ac | 35.2 Aa | 21.0 A |
| Promedio | 24.2 a | 1.9 c | 29.8 a | |
| Tasa de muerte de tallos (tallos 100 tallos ⁻¹ mes ⁻¹) | | | | |
| 4 | 8.0 Ab | 10.1 Aab | 17.2 Ba | 11.8 B |
| 5 | 11.0 Ab | 13.1 Ab | 27.2 Aa | 17.1 A |
| 6 | 10.3 Ab | 16.4 Ab | 26.9 Aa | 18.0 A |
| Promedio | 9.8 b | 13.2 b | 23.8 a | |

Letras diferentes, mayúsculas en la misma columna y minúsculas en la misma hilera, indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.05$).

Bajo condiciones de corte, Adese (2004) reportó ausencia de efecto del intervalo de corte, en la tasa de aparición y muerte de tallos basales de *M. maximus* cv. Mombaza. Asimismo, bajo condiciones de pastoreo no se encontró efecto de las frecuencias de 28, 38 y 48 días en densidad de tallos (Santos *et al.*, 2004). Sin embargo, si hubo diferencias en densidad de tallos entre épocas del año (Santos *et al.*, 1999).

De acuerdo con Barbosa (2004), la frecuencia de corte y/o pastoreo es la que promueve modificaciones en las variables morfológicas en tallos de diferentes edades, donde la contribución de estos sobre la producción de forraje es influenciada marcadamente por la época del año. La tasa de aparición y

elongación de hojas son responsables de la acumulación de biomasa de una pradera, sin embargo; no son afectadas por la edad de los tallos durante el invierno, en praderas de pasto Mombaza.

CONCLUSIONES

La mayor dinámica de ahijamiento se presentó durante la época de lluvias y se recomienda cosechar cada 5 semanas, independientemente de la época del año.

LITERATURA CITADA

Adese L. B. 2006. Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Mombaza submetido a regimes de desfolhação (Tesis de doctorado).

Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil. 187 p.

Barbosa R. A. 2004. Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo. (Tese de Doutorado). Universidade Federal Viçosa. Viçosa, Brasil. 116 p.

Carvalho B. C. A., Da Silva C. S., Sbrissia F. A., Pinto M. L. F., Carnevalli A. R., Fagundes L. J., Pedreira S. C. G. 2000. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim tifton 85 sob pastejo. *Scientia Agricola*, 57(4):591-600.

Ramírez R. O., Da Silva S. C., Hernández G. A., Enríquez Q. J. E., Pérez P. J., Quero C. A. R., Herrera H. J. G. 2011. Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv. 'Mombaza' cosechado en diferentes intervalos de corte. *Rev Fitotec Mex*, 34(3): 213 – 220.

Santos M. P., Balsalobre A. M. A., Corsi M. 2004. Características morfofenéticas e taxa de acúmulo de forragem do capim-mombaça submetido a três intervalos de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33:843-861.

Santos M. P., Corsi M., Balsalobre A. M. A. 1999. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 28(2):244-249.

SAS. 2002. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Institute. Inc.

Valentine I. and Matthew C. 1999. Plant growth, development and yield. In: White J., Hodgson J. (Ed.). *New Zealand pasture and crop science*. Auckland: Oxford University Press. pp. 11-27.

Zanine A. M., Nascimento Jr. D., Sousa B. M. L., Da Silveira M. C. T., Da Silva W. L., Santos M. E. R. Tillering dynamics in Guinea grass pastures subjected to management strategies under rotational grazing. *Rev Bras Zootec*, 2013, 42(3):155-161.

DEGRADABILIDAD RUMINAL DE FRUTO Y HOJA DE TRES POBLACIONES DE CAPOMO *Brosimum alicastrum* EN NAYARIT

RUMINAL DEGRADABILITY OF BEAR FRUIT AND LEAF OF THREE POPULATIONS OF CAPOMO *Brosimum alicastrum* IN NAYARIT

José Francisco Villanueva Avalos¹, José de Jesús Bustamante Guerrero^{1*}, J. Vidal Rubio Ceja¹ y
Jorge Armando Bonilla Cárdenas¹

¹INIFAP – Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km. 6 Entronque Carr. Internacional México-Nogales. A.P. 100. Santiago Ixcuintla, Nayarit. C.P. 63300. *bustamante.jesus@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Con el objetivo de conocer la degradabilidad *in situ* del fruto y hojas del Capomo, se realizó una colecta en tres sitios de pastoreo (Tratamientos, T): Parejas (T₁=PA), Punta Mita (T₂=PM) y Vado del Cora (T₃=VC), con nueve repeticiones por sitio. Las muestras fueron molidas e incubadas por triplicado en el rumen utilizando técnica de la bolsa de nylon. Los tiempos de incubación fueron: 0, 4, 8, 16, 24, 36, 48 y 72 h. La degradabilidad ruminal (DR) fue calculada mediante el programa Neway-Excell®. Las variables de respuesta fueron: degradabilidad ruminal (% DR) y sus estimadores (*a*, *b*, *c*, *k*), degradabilidad efectiva (% DE) y degradabilidad potencial (% DP). Se utilizó un DCA y prueba SNK. La DR fue similar (P>0.05) entre T a las 16 h (87.3±0.3%), después, hasta las 72 h fue mayor (P<0.05) en VC (T₃=93.2^a vs T₂=92.0^b y T₁=91.6^b). Los estimadores de DR *a* y *k* fueron similares (P>0.05) entre T (52.4±0.7% y 0.12±0.01%); las fracciones *b*, (T₃=42.6^b vs T₂=40.2^a y T₁=39.5^a) *c*, (T₁=5.6^b vs T₂=7.2^a y T₃=7.3^a) y la DP (T₃=94.3^b vs T₂=92.7^a y T₁=92.6^a) fueron diferentes (P<0.05) para el T₃. La DE (T₁=81.8^b, T₂=87.5^b vs T₃=86.5^a) fue menor (P<0.05) para el T₁. En conclusión: el Capomo es un recurso forrajero nativo de excelente potencial para el suministro de nutrientes altamente digestibles para animales en pastoreo.

Palabras clave: Capomo, *Brosimum alicastrum*, degradabilidad, forraje, nutrición.

ABSTRACT

In order to know *in situ* degradability of bear fruit and leaves of Capomo tree, a collection was conducted in three grazing sites (Treatments, T): Parejas (T₁=PA), Punta Mita (T₂=PM) and Vado del Cora (T₃=VC), with nine repetitions per site. The nylon technique was used for rumen incubation. Incubation times were by triplicate at 0, 4, 8, 16, 24, 36, 48, and 72h. Ruminant degradability (RD) was calculated by Neway-Excell® program. Response variables were: ruminant degradability (% RD), RD estimators (*a*, *b*, *c*, *k*) effective degradability (ED), and potential degradability (% PD). A CRD design and SNK tests were used. RD among T was similar (P>0.05) at 16 h (87.3±0.3%), then until 72 h was higher (P<0.05) in VC (T₃=93.2^a vs T₂=92.0^b and T₁=91.6^b). RD *a* and *k* estimators were similar (P>0.05) among T (52.4 ± 0.7% and 0.12 ± 0.01%); *b* fractions (T₃=42.6^b vs T₂=40.2^a and T₁=39.5^a), *c*, (T₁=5.6^b vs T₂=7.2^a and T₃=7.3^a) and PD (T₃=94.3^b vs T₂=92.7^a and T₁=92.6^a) was different (P<0.05) for T₃. ED (T₁=81.8^b, T₂=87.5^b vs T₃=86.5^a) was lower (P<0.05) for T₁. The Capomo is a forage resource with good potential to supply additional highly digestible nutrients for ruminants. In conclusion: Capomo tree is a native forage resource with excellent potential to supply highly digestible nutrients for grazing animals.

Key words: Capomo, *Brosimum alicastrum*, degradability, forage, nutrition.

INTRODUCCIÓN

En las zonas tropicales existen numerosas especies de árboles y arbustos forrajeros, con valor nutritivo muy superior al de los pastos nativos. El uso del follaje de arbustos y

árboles en la alimentación de los rumiantes representa una alternativa importante para una producción animal sostenible. En las explotaciones pecuarias, las especies arbóreas como el Capomo o Ramón

(*Brosimum alicastrum*), no son utilizadas como único alimento durante todo el año; su uso fundamental es como suplemento para mejorar el consumo y utilización de los alimentos fibrosos de la dieta (Benavides, 1994).

En ecosistemas sin perturbación, el árbol de Capomo forma parte de la selva alta perennifolia y selvas subperennifolias y sucaducifolias, donde eventualmente forma masas puras, encontrándose desde los 50 hasta los 800 msnm. En Nayarit existen aproximadamente 320 mil has de selvas altas y medianas con poblaciones nativas de Capomo, que considerando una población de 5 plantas/ha en el 50% de la superficie y una producción de 16 kg de semilla por árbol, arroja una producción de 1,600 ton de proteína cruda año⁻¹. Por estas razones, el Capomo es considerado una especie arbórea de relevante importancia en la dieta del ganado durante épocas críticas; sin embargo, a la fecha, su potencialidad nutricional no ha sido debidamente explotada en la alimentación de los animales en pastoreo (Pardo y Sánchez, 1983), por lo que existe una reducida disponibilidad de información en cuanto a la utilización de esta especie y más en lo que a composición de dietas u aporte de nutrimentos se refiere. Consecuentemente, el objetivo del presente estudio fue conocer las características de degradabilidad ruminal del Capomo en los componentes de la planta de importancia para la alimentación animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en tres áreas de pastoreo de la selva mediana subcaducifolia del Estado de Nayarit en, localizadas en: 1) Ejido Punta de Mita, municipio de Bahía de Banderas, con coordenadas: 20°46'43.72" N, 105°28'52.70" O y 26 msnm; 2) Ejido Las Parejas, municipio de Santiago Ixcuintla con

coordenadas: 21°53'46.75"N, 105° 6'45.85"O y 42 msnm y 3) Ejido Vado del Cora, municipio de Santiago Ixcuintla con coordenadas: 21°46'21.22"N 105° 0'15.48"O y 128 msnm. Todo estos sitios con clima cálido subhúmedo Aw₁, temperatura promedio anual de 24°C, con media máxima y mínima de 35.8 y 10°C, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 1201 mm, concentrándose el 76 % durante los meses de verano (Julio a Octubre), mientras que la época de secas fluctúa de siete a ocho meses al año (SPP, 1981).

Los tratamientos evaluados estuvieron constituidos por los productos alimenticios del Capomo cosechados en los sitios productivos: Parejas (T₁=PA), Punta Mita (T₂=PM) y Vado del Cora (T₃=VC). Se llevó a cabo la colecta de muestras representativas de hoja y fruto de Capomo, los cuales fueron cosechados mensualmente del suelo. Para esto, se utilizaron exclusiones de 2500 m² en cada sitio, donde se colocaron al azar nueve cuadrantes permanentes de 2 m² de parcela útil, mismos que constituyeron las repeticiones de cada sitio. Considerando que la mayor disponibilidad de productos alimenticios del Capomo durante la estación seca, los muestreos se realizaron de febrero a julio. Las muestras obtenidas fueron secadas en estufa forrajera a 50°C hasta peso constante y molidas en un molino Wiley con malla de 2 mm, para la prueba de degradabilidad (Llamas y Tejada, 1990).

Las variables evaluadas consistieron en: 1) Degradabilidad ruminal de la materia seca (DRMS) y 2) Indicadores de la degradabilidad: fracción *a*, *b*, *a+b*, *c*, *kd* y 3) Degradabilidad efectiva. La DRMS de la hoja y fruto fue estimada utilizando la técnica *in situ* descrita por Ørskov *et al.* (1980), utilizando tres bovinos cánulados en el rumen. Las bolsas de nylon medían 9x20 cm, las cuales fueron incubadas por triplicado con 2 g MS de muestra a las 0, 4, 8, 16, 24, 36, 48

y 72 horas. El tiempo cero correspondió a una bolsa sumergida en agua a 39°C por 5 min. Las bolsas fueron extraídas a cada tiempo incubado, fueron lavadas con agua corriente hasta obtener un líquido completamente transparente; estas, fueron secadas a 55°C, hasta peso constante y pesadas. El porcentaje de desaparición de la MS de los tiempos de incubación fue obtenida por diferencia de peso (g) entre la muestra original y residuo final; posteriormente, la desaparición de MS (%) fue ajustado a una ecuación no lineal para estimar la tasa y extensión de la digestión dentro del rumen, usando la ecuación: $P = a + b(1 - e^{-ct})$, donde: a , es la fracción rápidamente soluble, b la fracción degradada a una tasa medible, fracción c es la fracción indisponible en el rumen, $a+b$ es la degradabilidad total y c es la tasa de degradación (td , %) de b . La degradabilidad efectiva (DE) de la MS o degradabilidad real se calculó mediante la ecuación: $DE = a + bxc/(c+k)$, (Ørskov y Mc Donald, 1979). Los estimadores de la DRMS fueron calculados con el programa Neway-Excell® (Rowett Research Institute, 1991).

Los datos de perfil nutricional, así como las características de la degradabilidad ruminal de la MS generados en el programa Excel-Neway® fueron analizados con un diseño

completamente al azar, con tres repeticiones (SAS, 2001). Para detectar diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba SNK de acuerdo a los procedimientos descritos por Steel y Torrie (1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para las diferentes variables se muestran en los Cuadros 1 y 2. En el Cuadro 1, se muestran los resultados obtenidos sobre la DRMS a lo largo de 72 horas de incubación. Los tratamientos mostraron una degradabilidad similar ($P > 0.05$) de las 0 a 16 h de incubación, con un promedio de 54.4 ± 0.4 , 61.4 ± 0.8 , 83.0 ± 0.4 y 87.4 ± 0.3 % para las 0, 4, 8, y 16 horas, respectivamente. No obstante, en los estadios de 24, 36, 48 y 72 horas de incubación, la degradabilidad fue mayor ($P < 0.001$) en T_3 . Al respecto, De Luna (2007) a las 48 horas de incubación, registró una DRMS de 70.1% y Delgado *et al.*, (2000) reporta 42.5% también a las 48h, siendo ambos menores a los obtenidos en el presente estudio (92.4 ± 0.9 %). Esta diferencia fue debida a que, en un análisis previo a los componentes de fruto, hoja, pulpa y semilla del T_3 , se detectó un mayor porcentaje de degradabilidad (2%) que los componentes homólogos de T_1 y T_2 .

Cuadro 1 Degradabilidad Ruminal (%) De Los Componentes De La Materia Seca De Capomo (*Brosimum Alicastrum*) Colectados En Tres Sitios De La Selva Mediana Subcaducifolia En Natarit, México.

| Tratamientos | Tiempos de Incubación (Horas) | | | | | | | |
|--------------|-------------------------------|-------|-------|-------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 0 | 4 | 8 | 16 | 24 | 36 | 48 | 72 |
| T_1 | 55.66 | 61.61 | 82.78 | 87.56 | 90.06 ^{b1} | 91.14 ^a | 91.74 ^a | 91.67 ^a |
| T_2 | 54.78 | 62.22 | 83.55 | 87.09 | 89.99 ^b | 91.09 ^a | 92.05 ^a | 92.06 ^a |
| T_3 | 54.11 | 60.64 | 82.79 | 87.64 | 91.15 ^a | 92.68 ^b | 93.44 ^b | 93.25 ^b |
| EEM | 0.69 | 0.89 | 0.70 | 0.65 | 0.35 | 0.33 | 0.42 | 0.39 |
| p | ns | ns | ns | ns | * | * | * | * |

¹Literales diferentes dentro de columna indica diferencias *($P < 0.05$) entre sitios.

EEM: error estándar de la media.

P: probabilidad. T_1 : Las Parejas; T_2 : Punta de Mita; T_3 : Vado del Cora

Los indicadores de la DRMS, se presentan en el Cuadro 2. El valor de la fracción soluble (a), fue similar ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Esta fracción constituye el material que se disuelve rápidamente en el líquido ruminal y ocupa escaso o nulo volumen en el rumen

(Ørskov y Ryle, 1990), ésta se considera 100% degradada, y su estimación permite conocer la disponibilidad inmediata de energía en el rumen. El valor promedio fue de $52.4 \pm 0.7\%$ y difiere de lo reportado (26.4%) por Jiménez, (2000). Lo anterior

probablemente es debido a la variabilidad en la metodología (Vazant *et al.*, 1998). La fracción *b* y (*a+b*) o degradabilidad potencial (DP), difirió ($P < 0.05$) ligeramente entre tratamientos.

Cuadro 2. Indicadores de la degradabilidad ruminal de la material seca (%)¹ de capomo (*Brosimum Alicastrum*) colectados en tres sitios de la selva mediana subcaducifolia en Nayarit, México.

| Tratamiento | Fracción <i>a</i> % | Fracción <i>b</i> % | Fracción <i>c</i> % | Tasa de Degradación (<i>Td</i> , %/h) | Degradabilidad Potencial (<i>a+b</i> , %) | Degradabilidad Efectiva, % ($5\%/h$) ³ |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|--|---|
| T ₁ | 53.11 | 39.50 ^{a2} | 7.38 ^a | 0.13 | 92.61 ^a | 81.83 ^b |
| T ₂ | 52.55 | 40.20 ^a | 7.23 ^a | 0.13 | 92.76 ^a | 87.55 ^a |
| T ₃ | 51.66 | 42.65 ^b | 5.68 ^b | 0.12 | 94.31 ^b | 86.56 ^a |
| EEM | 0.74 | 0.76 | 0.38 | 0.004 | 0.38 | 1.46 |
| <i>p</i> | ns | * | * | ns | * | * |

¹ Degradabilidad ajustada según la ecuación propuesta por Ørskov *et al.* (1980): $P = a + b(1 - e^{-ct})$.

² Cifras con distinta literal dentro de columna indica diferencias ($P < 0.05$) entre sitios.

³ Degradabilidad efectiva: $DE = a + b \times c / (c + k)$, (Ørskov y Mc Donald, 1979), donde, $k = 0.05/\text{hora}$ y representa la tasa de recambio ruminal de sólidos. *a*: fracción soluble. *b*: fracción potencialmente digestible. *c*: fracción indisponible. *Td*: tasa de digestión de *b*. EEM: error estándar de la media. *p*: probabilidad. T₁: Las Parejas; T₂: Punta de Mita; T₃: Vado del Cora

El Capomo posee características que le permiten aportar nutrientes a nivel ruminal de manera inmediata (*a*) y a través de la fracción (*b*) siempre y cuando la permanencia en el rumen no sea una limitante. Estas acciones podrían mejorar el ecosistema ruminal, lo cual repercute favorablemente en la actividad microbiana, en la degradación de sustratos y en el consumo voluntario (Harrison y McAllan, 1980). El valor promedio de DP ($93.2 \pm 0.9\%$) es ligeramente mayor al reportado ($84.8 \pm 2.5\%$) por Jiménez (2000). La fracción *c*, (no utilizable), mostró un mayor ($P < 0.05$) porcentaje de residuo indisponible en T₁ y T₂. No se detectó tiempo *lagen* los tratamientos, debido a que el Capomo carece de sustancias anti-nutricionales (Mendoza *et al.*, 2003). La degradabilidad ruminal efectiva (DE) se calculó incorporando un valor de tasa de paso (*kp*) de 0.05/h, equivalente a un alimento transitando por el rumen de animales de mediana producción, la cual representa, en %/unidad de tiempo, el alimento que

abandona el rumen sin digestión (Van Soest, 1994). Esto se realiza debido a que el método *in situ* (sin corrección de tasa de pasaje) sobrestima los valores de degradabilidad (AFRC, 1993). La DE fue mayor ($P < 0.05$) en los T₂ y T₃. La estimación de la DE es quizá el cálculo más importante en el estudio de la cinética ruminal dado que permite establecer la proporción de fracciones nutricionales que son degradadas y aquellas que no logran degradarse en el rumen (NRC, 2001). La tasa de degradación (*Td*), fue similar ($P > 0.05$) entre T, con un promedio de $0.12 \pm 0.005\%$, la cual constituye el alimento que es convertido en productos más simples, que a su vez son absorbidos y/o transformados en otros compuestos más complejos.

CONCLUSIONES

Por las características químicas de sus hojas y fruto, el árbol de Capomo constituye un recurso forrajero nativo de excelente potencial para el suministro de nutrimentos altamente digestibles a la dieta de animales

en pastoreo durante la época de sequía en zonas tropicales.

LITERATURA CITADA

- Agricultural and Food Research Council. 1993. Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Wallingford: CAB International. 159p.
- Benavides, J. 1994. La investigación en árboles forrajeros. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. CATIE, Costa Rica. 1: 3-19.
- De Luna, V. A. 2007. Utilización de la harina de los frutos de Parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y Capomo (*Brosimum alicastrum*) para la alimentación en ovinos en el trópico. Tesis de Doctorado. Universidad de Guadalajara. Zapopan, Jal. 119 p.
- Delgado, D. C.; O. B. Chongo; J. Galindo; Y. Santos Y. 2000. Determinación del valor nutritivo del follaje de dos árboles forrajeros tropicales. Los árboles y arbustos en la ganadería tropical. Tomo 1. Estación Exp. de pastos y forrajes "Indio Hatuey" Cuba. Pp. 102 – 104.
- Jiménez, F. G. 2000. Potencial de árboles y arbustos forrajeros en la región maya tzotzil del norte de Chiapas, México. Tesis de Doctorado en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Harrison, D. G.; A. B. McCallan. 1980. Factors affecting microbial growth yields in the reticulorumen. In: Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. MTP Press, Lancaster, England, Great Britain. pp. 205-226.
- Llamas, L. G.; I. Tejada. 1990. Técnicas de laboratorio para el análisis de forrajes para rumiantes. En: A. Castellanos; G. Llamas; A. Shimada (Eds.). Capítulo II. Manual de técnicas de investigación en rumiología. Primera Ed. Consultores en Producción Animal, S. C. México, D. F. pp. 29-42.
- Mendoza, C. H.; G. S. Tzec-Sima; F. S. Sánchez. 2003. Effect of period of regrowth on production and nutritive value of foliage from the "Ramón" tree (*Brosimum alicastrum* Swartz).
- National Research Council. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7th Ed. Washington, DC, USA: National Academy Press. U.S.A.
- Ørskov, E. R.; I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92: 499.
- Ørskov, E. R.; F. D. DeB Hovell; F. Mould. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. Producción Animal Tropical. 5:213-233.
- Ørskov, E. R.; M. Ryle. 1990. Energy nutrition in ruminants. Elsevier Applied Science, London & New York, 149 p.
- Pardo, T. E.; M. C. Sánchez. 1983. Ramón, Capomo, Ojite, Ojoche *Brosimum alicastrum*. Recurso silvestre tropical desaprovechado. INIRB. Xalapa, Ver. 30 p.
- SAS. 2001. SAS/STAT User's Guide (Release 8.2). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
- SPP. 1981. Síntesis Geográfica de Nayarit. Secretaría de Programación y Presupuesto. 221 p.
- Steel, R.G.D.; J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. 2nd. Ed. McGraw-Hill Book Co. N.V. 633 p.
- Rowett Research Institute. 1991. Aberdeen, England. En: http://www.rowett.ac.uk/http://www.macaulay.ac.uk/IFRU/resrc_fcurve.html, disponible el 28 de marzo de 2014.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. Cornell University Press. Ithaca, NY. USA. 476p.
- Vazant, E. S.; R. C. Cochran; E. V. Titgemeyer. 1998. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. J. Anim. Sci. 76: 2717-2729.

DEGRADABILIDAD RUMINAL DE OCHO CULTIVARES DE *Cynodon dactylon* COSECHADOS EN LA COSTA CENTRO DE NAYARIT

RUMINAL DEGRADABILITY OF EIGHT CULTIVARS OF *Cynodon dactylon* HARVESTED IN THE CENTER COAST OF NAYARIT

José Francisco Villanueva Avalos, José de Jesús Bustamante Guerrero^{1*}, J. Vidal Rubio Ceja y
Jorge Armando Bonilla Cárdenas¹

¹INIFAP – Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Km. 6 Entronque Carr. Internacional México-Nogales. A.P. 100. Santiago Ixcuintla, Nayarit. C.P. 63300. *bustamante.jesus@inifap.gob.mx.

RESUMEN

Con el fin de conocer la degradabilidad de ocho cultivares de pasto Bermuda, se realizó una prueba *in situ* con muestras de verano (V) y secas (S), integrando los tratamientos (T): T₁:T₆₈V, T₂:T₆₈S, T₃:BcV, T₄:BcS, T₅:BrV, T₆:BrS, T₇:T₄₄V; T₈:T₄₄S, T₉:T₈₅V, T₁₀:T₈₅S; T₁₁:NK₃₇V, T₁₂:NK₃₇S, T₁₃:T₇₈V, T₁₄:T₇₈S, T₁₅:C₁V y T₁₆:C₁S. Las muestras fueron molidas e incubadas en el rumen de tres animales fistulados de acuerdo a la técnica de la bolsa de nylon. Cada muestra representó una alícuota de siete evaluaciones. Los tiempos de incubación fueron a las 0, 4, 8, 12, 24, 48 y 72 horas (h). Las variables de respuesta fueron: degradabilidad ruminal (DR, %) y estimadores de DR: *a*, *b*, *kd*, degradabilidad potencial (DP, %) y degradabilidad efectiva (DE_{5%}). Se utilizó un DCA con tres repeticiones y pruebas SNK. DR a 0h en T₁₆ fue similar a T₁₁ (24.8 vs 23.0%) y superó (P<0.01) al resto de T. En la fracción *a*, T₁₆(24.8%) superó (P<0.01) al resto de T. En la fracción *b*, el T₆(70.6%) y T₄(70.5%) superaron (P<0.01) a T₁, T₃, T₅, T₇, T₈, T₉, T₁₁ y T₁₂, pero fueron similares a T₂, T₁₀, T₁₃, T₁₄, T₁₅ y T₁₆. *kd* fue similar entre T. DP fue similar en T₁₆(94.6%), T₄(91.4%) y T₆(90.7%) y diferentes (P<0.01) de T₁, T₃, T₅, T₇, T₈, T₉ y T₁₂. DE_{5%} fue mayor (P<0.01) en T₁₆(59.7%). En Conclusión: las especies de Bermuda evaluadas muestran características nutricionales sobresalientes para la alimentación de animales en pastoreo en las regiones tropicales de México.

Palabras clave: Pasto Bermuda, *Cynodon dactylon*, degradabilidad, forraje, nutrición.

ABSTRACT

In order to know the degradability of eight cultivars of Bermuda grass, *in situ* tests were carry out with summer (V) and drying (S) samples, integrating the treatments (T): T₁:T₆₈V, T₂:T₆₈S, T₃:BcV, T₄:BcS, T₅:BrV, T₆:BrS, T₇:T₄₄V; T₈:T₄₄S, T₉:T₈₅V, T₁₀:T₈₅S; T₁₁:NK₃₇V, T₁₂:NK₃₇S, T₁₃:T₇₈V, T₁₄:T₇₈S, T₁₅:C₁V, and T₁₆:C₁S. Samples were ground and incubated in the rumen of three cannulated animals according to the nylon bag technique. Each sample represented an aliquot of seven evaluations. Incubation times were 0, 4, 8, 12, 24, 48, and 72 hours. Response variables were: rumen degradability (DR, %), DR estimators: *a*, *b*, *kd*, potential degradability (DP, %), and effective degradability (ED_{5%}). A CRD with three replications and SNK tests was used. RD at 0 h in T₁₆ was similar a T₁₁ (24.8 vs. 23.0%) and surpassed (P<0.01) to the rest T. Fraction *a* was higher (P<0.01) in T₁₆ (24.8%). Fraction *b* was higher (P<0.01) T₆ (70.6%) and T₄ (70.5%) than T₁, T₃, T₅, T₇, T₈, T₉, T₁₁, and T₁₂, but were similar to T₂, T₁₀, T₁₃, T₁₄, T₁₅, and T₁₆. *kd* was similar (P>0.05) among T. DP was similar in T₁₆ (94.6%), T₄ (91.4%) and T₆ (90.7%), and different (P<0.01) to T₁, T₃, T₅, T₇, T₈, T₉ y T₁₂. ED_{5%} was higher (P<0.01) in T₁₆ (59.7%). In conclusion: evaluated Bermuda species show outstanding nutritional characteristics for feeding grazing animals in tropical regions from México.

Key words: Bermudagrass, *Cynodon dactylon*, degradability, forage, nutrition.

INTRODUCCIÓN

La introducción y selección de especies forrajeras con características sobresalientes de adaptación, productividad y calidad, resulta en una ganadería más eficiente basada

en la utilización de praderas en las regiones tropicales de México (Palomo y Méndez, 1993). De esta selección, los zacates conocidos comúnmente como "Bermudas" han sobresalido por su adaptación,

productividad y persistencia, dentro de los cuales se citan el Bermuda Brazos, de la Costa, el Cruza I y Cruza II y la novedosas variedades Tifton (68, 78 y 85) entre otros (Eguiarte, 1997).

Por otro lado, aunque la calidad nutricional de esta especie forrajera mejora sustancialmente bajo condiciones de riego, es evidente que existen deficiencias nutricionales en determinadas épocas del año, desconociéndose además el grado en el cual, tanto el forraje como los nutrientes son utilizados por el propio animal. Existen algunos estudios que documentan la adaptación y comportamiento agronómico de algunos materiales de Bermuda bajo diferentes ecosistemas y condiciones; sin embargo, es notorio que la información disponible acerca de su composición química, digestibilidad y grado de utilización del forraje por los animales es bastante escasa, requiriendo por lo tanto, enfocar esfuerzos y recursos a la generación de información que permita incrementar tanto la producción como la eficiencia de utilización del forraje disponible de las especies forrajeras. Considerando lo anterior, se planteó el presente trabajo cuyo objetivo fue determinar la degradabilidad ruminal del forraje de ocho variedades de pasto Bermuda explotados bajo condiciones de riego en un ecosistema de selva mediana subcaducifolia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se condujo en el S. E. El Verdineño, INIFAP, ubicado a 60 msnm, clima tropical subhúmedo Aw₂, con una precipitación pluvial de 1201 mm y una temperatura media anual de 24 °C. La época de seca fluctúa entre siete y ocho meses al año. Los suelos son franco arcillosos de color rojo y café rojizo *in situ* y coluvial. El tipo de vegetación natural corresponde a una selva mediana subcaducifolia (SPP, 1981).

Se evaluaron ocho especies mejoradas de *Cynodon dactylon* procedentes de Tifton (T), Georgia, EUA, las cuales fueron cosechadas en la época de verano (V) y secas (S) durante dos años, cuya interacción generó los 16 tratamientos: T₁: T68-Verano; T₂: T68-Secas; T₃: Bermuda de la Costa-Verano; T₄: Bermuda de la Costa-Secas; T₅: Brazos-Verano; T₆: Brazos-Secas; T₇:T44-Verano; T₈:T44-Secas; T₉:T85-Verano; T₁₀:T85-Secas; T₁₁:NK-37-Verano; T₁₂:NK-37-Secas; T₁₃:T-78-Verano; T₁₄:T78-Secas; T₁₅:Cruza 1-Verano y T₁₆:Cruza 1-Secas. Las muestras de forraje se obtuvieron de parcelas 66 m², las cuales fueron manejadas por triplicado bajo condiciones de riego y fertilización(200-60-00. Las evaluaciones se realizaron aproximadamente a los 42 días durante el verano y 55 días durante el invierno y primavera. Se tomaron tres submuestras por parcela, considerando en parcela útil de 0.25 m². Las muestras de forraje obtenido fueron secadas en estufa forrajera a 50°C hasta peso constante y molidas en un molino Wiley con malla de 2 mm, para la prueba de degradabilidad (Llamas y Tejada, 1990).

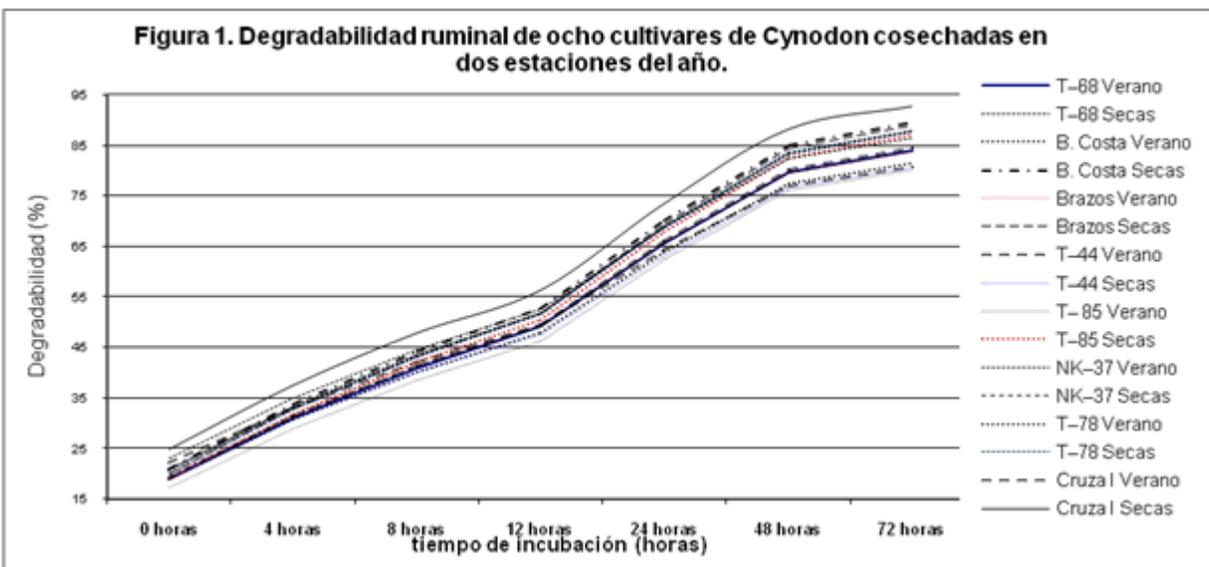
Las variables evaluadas fueron: degradabilidad ruminal de la materia seca (DRMS, %) e indicadores de la degradabilidad ruminal: fracciones *a*, *b*, *a+b*, *c*, *kd*, y degradabilidad efectiva (DE, %). La (DRMS) fue estimada utilizando la técnica *in situ* descrita por Ørskov *et al.* (1980). Se utilizaron bolsas nylon de 9x20 cm, con 2 g de muestra por bolsa, las cuales se incubaron por triplicado en tres animales fistulados: La incubación se realizó en reversa a las 72, 48, 36, 24, 16, 8, 4 y 0 horas. El tiempo cero correspondió a una bolsa sumergida en agua a 39°C por 5 min. Las bolsas fueron extraídas a cada tiempo del rumen, lavadas con agua corriente hasta obtener un líquido sin color, secadas a 55°C, hasta peso constante y pesadas. La desaparición de la MS fue obtenida por diferencia de peso (g) entre la

muestra original y residuo final; posteriormente este porcentaje fue ajustado a una ecuación no lineal para estimar la tasa y extensión de la digestión dentro del rumen, usando la ecuación: $P=a+b(1-e^{-ct})$, donde: a , es la fracción rápidamente soluble, b la fracción degradada a una tasa medible, fracción c es la fracción indisponible en el rumen, $a+b$ es la degradabilidad total y k des la tasa de degradación de b . La degradabilidad efectiva (DE) de la MS o degradabilidad real se calculó mediante la ecuación: $DE=a+bx/(c+k)$, (Ørskov y McDonald, 1979). Los estimadores de la DRMS fueron calculados con el programa Neway-Excell®. La información fue analizada con un

diseño completamente al azar y para detectar diferencias entre tratamientos se utilizó la prueba SNK (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La DR de los cultivares evaluados se presentan en la Figura 1. En general, la DR observada fue muy similar entre tratamientos; solo en la hora cero, T_{16} fue similar a T_{11} (24.8 vs 23.0%), en los otros tiempos de incubación, T_{16} superó ($P<0.01$) al resto de T. Los valores promedio para los tiempos 0, 4, 8, 12, 24, 48 y 72 h fue de 20.2 ± 1.84 , 32.4 ± 1.9 , 42.3 ± 2.2 , 50.5 ± 2.4 , 67.0 ± 2.9 , 81.1 ± 3.5 y $85.4\pm 3.6\%$, respectivamente.



T_1 : T68-Verano; T_2 : T68-Secas; T_3 : Bermuda de la Costa-Verano; T_4 : Bermuda de la Costa-Secas; T_5 : Brazos-Verano; T_6 : Brazos-Secas; T_7 : T44-Verano; T_8 : T44-Secas; T_9 : T85-Verano; T_{10} : T85-Secas; T_{11} : NK-37-Verano; T_{12} : NK-37-Secas; T_{13} : T-78-Verano; T_{14} : T78-Secas; T_{15} : Cruza 1-Verano y T_{16} : Cruza 1-Secas.

Los indicadores de la DRMS se presentan en el Cuadro 1. La fracción soluble (a), fue diferente ($P>0.05$) entre T, sobresaliendo ($P<0.01$) T_{16} al resto DE T. Esta fracción comprende principalmente los carbohidratos solubles como almidón y monosacáridos presentes en el contenido de la célula (Ørskov y Ryle, 1990), se considera 100% degradable y su estimación permite conocer la

disponibilidad inmediata de energía en el rumen.

La fracción a promedio fue de $20.2\pm 1.8\%$, difiere de la reportado por De Almeida (2010), en B. de la Costa, T85 y T68 con 9.9, 8.2 y 9.6%, respectivamente, aunque valores más bajos fueron reportados por Reis (2005) e Ítavo *et al.* (2002) para algunos cultivares mejorados de *Cynodon*. En la fracción b , T_6 y T_4 con 70.6 y 70.5%, respectivamente,

superaron ($P < 0.01$) a T₁, T₃, T₅, T₇, T₈, T₉, T₁₁ y T₁₂. El valor promedio de \underline{b} fue de $66.9 \pm 3.0\%$, la cual difiere de lo reportado por De Almeida (2010) en B. de la Costa, T85 y T68, quien encontró valores ligeramente menores de 49.9, 64.0 y 55.6%, respectivamente; sin embargo coinciden con los reportados por Reis (2005) con 65.4% (B.

Costa), 68.4% (T85) y 59.9% (T68) e Ítavo *et al.* (2002) con 66.5% y 69.3% para B. de la Costa y T85, respectivamente. Franco (2008) reporta 42.0% para la fracción \underline{b} . \underline{kd} fue similar ($P > 0.05$) entre T, con un promedio de $0.05 \pm 0.0\%$. No se detectó tiempo *lag* en los T.

Cuadro 1. Indicadores de la degradabilidad ruminal de la material seca¹ de ocho cultivares de *Cynodon dactylon* en la costa centro de Nayarit.

| Trat. | Cultivar | Fracción a % | Fracción b % | kd % h ⁻¹ | DP (a+b) % | DE % (5%h ⁻¹) ² |
|-----------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|---|
| T ₁ | B. Tifton 68 - Verano | 18.93 ^{cd} | 66.79 ^{bdc} | 0.05 | 85.72 ^{edc} | 52.33 ^{cebd} |
| T ₂ | B. Tifton 68 - Secas | 20.77 ^{bc} | 68.96 ^{bac} | 0.05 | 89.73 ^{bdc} | 55.26 ^b |
| T ₃ | B. Costa - Verano | 19.05 ^{cd} | 64.14 ^{de} | 0.05 | 83.20 ^e | 51.13 ^{ced} |
| T ₄ | B. Costa - Secas | 20.93 ^{bc} | 70.53 ^a | 0.05 | 91.47 ^{ba} | 56.23 ^b |
| T ₅ | B. Brazos - Verano | 19.88 ^{bcd} | 65.44 ^{de} | 0.05 | 85.32 ^{ed} | 52.60 ^{cebd} |
| T ₆ | B. Brazos - Secas | 20.04 ^{bcd} | 70.67 ^a | 0.05 | 90.71 ^{bac} | 55.40 ^b |
| T ₇ | B. Tifton 44 - Verano | 22.23 ^{bc} | 60.16 ^f | 0.05 | 82.39 ^e | 52.33 ^{cebd} |
| T ₈ | B. Tifton 44 - Secas | 19.11 ^{cd} | 63.10 ^e | 0.05 | 82.21 ^e | 50.63 ^{ed} |
| T ₉ | B. Tifton 85 - Verano | 17.20 ^d | 64.61 ^{de} | 0.05 | 81.81 ^e | 49.50 ^e |
| T ₁₀ | B. Tifton 85 - Secas | 19.03 ^{cd} | 69.77 ^{ba} | 0.05 | 88.81 ^{bdc} | 53.93 ^{cbd} |
| T ₁₁ | B. NK - 37 - Verano | 23.07 ^{ba} | 65.20 ^{de} | 0.05 | 88.27 ^{bdc} | 55.66 ^b |
| T ₁₂ | B. NK - 37 Secas | 19.48 ^{cd} | 66.14 ^{dec} | 0.05 | 85.62 ^{edc} | 52.56 ^{cebd} |
| T ₁₃ | B. Tifton 78 - Verano | 20.71 ^{bc} | 68.82 ^{bac} | 0.05 | 89.53 ^{bdc} | 55.10 ^{cb} |
| T ₁₄ | B. Tifton 78 - Secas | 20.11 ^{bcd} | 69.52 ^{ba} | 0.05 | 89.63 ^{bdc} | 54.86 ^{cb} |
| T ₁₅ | B. Cruza 1 - Verano | 19.08 ^{cd} | 67.34 ^{bdac} | 0.05 | 86.42 ^{bedc} | 52.76 ^{cebd} |
| T ₁₆ | B. Cruza 1 - Secas | 24.81 ^a | 69.78 ^{ba} | 0.05 | 94.59 ^a | 59.70 ^a |
| EEM | | 0.70 | 0.77 | 0.002 | 1.1 | 0.85 |
| P | | ** | ** | ns | ** | ** |

¹Para cada variable, cifras con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.001$).

²Degradabilidad ajustada según la ecuación propuesta por Ørskov *et al.* (1980): $P = a + b(1 - e^{-ct})$, modificada con la inclusión de un tiempo "lag" ($t_0 = 1/c \ln [b/(a+b-a)]$) en la digestión, según Mc Donald, (1981), donde: \underline{a} : fracción soluble; \underline{b} : fracción potencialmente digestible; \underline{kd} : tasa de digestión de \underline{b} . EEM: error estándar de la media. P: probabilidad.

La DP difirió ($P < 0.01$) entre T, sobresaliendo T₁₆, T₄ y T₆, los cuales superaron ($P < 0.01$) a T₁, T₃, T₅, T₇, T₈, T₉, T₁₁ y T₁₂. DP en promedio fue $87.21 \pm 3.73\%$ y difiere de Muzubuti (2006), quien reportó un 43.0% en B. de la Costa y de Martins (2007) que observó 61.2% en T85. La DE a una tasa de paso de 5%, T₁₆ superó ($P < 0.01$) al resto de T. La DE promedio fue de $53.8 \pm 2.53\%$, la cual difiere de la reportada por Reis (2005) en B. de la Costa, T-85 y T-68 (36.6, 38.2 y 37.3%, respectivamente), mientras que De Almeida (2010) reporta valores de 35.1, 26.7 y 29.3, para estos mismos pastos, respectivamente.

Muzubuti (2006) determinó un valor DE con 30.3% en Bermuda C₁. La DE es afectada por el contenido de FDN y, por lo tanto, cuando aumenta el porcentaje de la fracción \underline{b} , la DE disminuye (Herrera *et al.*, 2010). La DE en un alimento es considerada como energía digerida en el rumen; por lo tanto, la ingesta de alimentos con mayor degradabilidad de la MS, proteína bruta y fibra proporciona más energía disponible para los microorganismos (Aroeira *et al.*, 1996).

CONCLUSIONES

Por sus particularidades de degradabilidad ruminal, los cultivares mejorados de *Cynodon dactylon*, muestran características valiosas de gran potencial para ser incorporadas en los sistemas intensivos de producción animal bajo condiciones de pastoreo en el trópico de México.

LITERATURA CITADA

- Aroeira, L. J.; F. Lopez C.; M. Dayrell S. 1996. Degradabilidade de alguns alimentos no rúmen de vacas holandê/zebu. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 25(6): 1178-1186.
- De Almeida, F. S. N. L. 2010. Composição química e degradabilidade ruminal de gramíneas do gênero *Cynodon*. Dissertação Magister Scientiae. Universidade Estadual de Montes Claros. Unimontes, Minas Gerais, Brasil. 49p.
- Eguiarte, V. A.; A. González S.; R. Martínez P. 1997. Evaluación y adaptación de pastos y leguminosas. En: Avances y resultados de investigación pecuaria en el Estado de Jalisco. Pub. esp. Núm. 1. Tuxpan, Jalisco. Méx.
- Franco, G. L. 2002. Parâmetros ruminais e desaparecimento da matéria seca e fibra em detergente neutro da forragem em bovinos que recebendo levedura e enzimas fibrolíticas na dieta Rev. Bras. Saúde Prod. Animal. São Paulo. 9(3): 488-496.
- Herrera, T. E.; S. Cerrillo M.; R. Juárez A.; O. Murillo O; R. Ríos F.; E. Reyes O.; B. Bernal B. 2010. Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. Interciencia, 35(4): 284-289.
- Ítavo, L. C.; F. Valadares S.; F. Da Silva F.; V. Diniz V.; P. Cecon R.; F. Brandão C.; K. Bevitori E.; R. Veiga P. 2002. Consumo, Degradabilidade Ruminal e Digestibilidade Aparente de Fenos de Gramíneas do Gênero *Cynodon* e Rações Concentradas Utilizando Indicadores Internos. R. Bras. Zootec. 31(2): 1024-1032.
- Llamas, L. G.; I Tejada H. 1990. Técnicas de laboratorio para el análisis de forrajes para rumiantes. En: Manual de técnicas de investigación en rumiología. CPA, SC. México DF, pp. 29-42.
- Martins, C.R., J. Hay D.; J. Valls F. 2007. Levantamento das gramíneas exóticas do Parque Nacional de Brasília. Natureza & Conservação, Distrito Federal, Brasil. 5(2): 23-30.
- Muzubuti, I. Y. *et al.* 2006. Degradabilidade ruminal dos fenos de aveia (*Avena sativum* L), Coast cross (*Cynodon dactylon* L.) e grama Esmeralda (*Joysia japonica*) peletizado ou não. Semina: Ciências Agrárias, Londrina. 27(2): 307-314.
- Ørskov, E. R.; I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. 92: 499.
- Ørskov, E. R.; M Ryle. 1990. Energy nutrition in ruminants. Elsevier Applied Science, London & New York, 149 p.
- Ørskov, E. R.; F. D. DeB Hovell; F. Mould. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. Producción Animal Tropical, 5:213-233.
- Palomo, S. J.; A. Méndez R. 1993. Nuevos pastos Bermuda para establecer praderas de riego. XXIV Reunión AMPA. Chihuahua, Chih. p s/n.
- Reis, S.T. D. 2005. Fracionamento e degradabilidade ruminal de proteínas e carboidratos de forrageiras do gênero *Cynodon*. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG 2005. 70 p.
- SPP (Secretaría de Programación y Presupuesto). 1981. Síntesis Geográfica de Nayarit. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática. México, D. F. 221 p.
- Steel RGD and JH Torrie 1980. Principles and procedures of statistics. 2nd. Ed. McGraw-Hill Book Co. N.V. 633 p.

EFEECTO DEL APACENTAMIENTO SOBRE LOS COMPONENTES DE PASTO TANZANIA EN MONOCULTIVO Y ASOCIADO CON LEUCAENA

EFFECT OF GRAZING ON PASTURE TANZANIA IN MONOCULTURE AND ASSOCIATED WITH LEUCAENA COMPONENTS

Javier Enrique Castillo Huchim^{1*}, Fernando Antonio Rivas Pantoja² y Luís Ortega Reyes³

¹Campo Experimental Mochochá, km 22.5 Carretera Mérida-Motul. * castillo.javier@inifap.gob.mx. ²Consultor y ex investigador del INIFAP-CIR-SURESTE. ³Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Oficinas Centrales.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del apacentamiento sobre los componentes forrajeros en praderas de Tanzania (*Panicum maximum* var. Tanzania.) monocultivo y asociado con Leucaena {*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt}. Los tratamientos fueron 9 ha de pasto Tanzania asociadas con franjas de Leucaena en densidades de 10, 200 plantas/ha y 9 ha de praderas de Tanzania en monocultivo (testigo). Cada tipo de pradera se subdividió en 15 potreros de 0.6 ha. La rotación de los bovinos en las praderas permitió 3 días de ocupación y 42 de descanso. Se cuantificó el forraje ofrecido (FO) y forraje rechazado (FR) en las plantas de Leucaena y Tanzania y se evaluó FO de Tanzania (FOTA), FO de Leucaena (FOLE), FO total (FOTOT), FR de Tanzania (FRTA), FR de Leucaena y FR total (FRTOT), grado de defoliación (GDF) se determinó mediante la fórmula por componentes totales, donde $GDF = FOTOT - FRTOT / FOTOT \times 100$. No se observaron diferencias estadísticas en FOTA, FOTOT, FRTA y FRTOT. A pesar que no hubo diferencias significativas en FOTOT entre praderas en estudio con promedio de 4,663.2 kg MS ha⁻¹ el FOTOT tuvo un incremento de 1,178 kg de MS ha⁻¹ en praderas asociadas que equivale al de 28.9 % de la pradera asociada comparada con el monocultivo (4074.3 kg de MS ha⁻¹). FOLE, FRLE y GDF permitió explicar la eficiencia de utilización en la pradera asociada, respecto a Tanzania en monocultivo. Se concluye que el grado de defoliación, permitió explicar la eficiencia de utilización de la pradera asociada.

ABSTRACT

The objective of the study was to assess the effect of grazing on forage components in grassland of Tanzania (*Panicum maximum* var. Tanzania.) monoculture and associated with Leucaena {*Leucaena leucocephala* (LAM.).} Witt}. The treatments were 9 has grass Tanzania associated with strips of Leucaena in densities of 10, 200 plants / has and 9 has meadows of Tanzania in monoculture (witness). Each type of pasture was subdivided into 15 paddocks of 0.6 has. The rotation of the cattle in the meadows allowed 3 days of occupation and 42 rest. Be quantified (FO) offer forage and forage rejected (FR) in plants of Leucaena and Tanzania and assessed FO of Tanzania (FOTA), FO of Leucaena (FOLE), total FO (FOTOT), FR of Tanzania (FRTA), FR de FR total (FRTOT), degree of defoliation and Leucaena (GDF) was determined by using the formula for total components, where $GDF = FOTOT - FRTOT / FOTOT \times 100$. There were no statistical differences in FOTA, FOTOT, FRTA and FRTOT. Although there were no significant differences in FOTOT among meadows in study with average of 4,663.2 kg DM ha⁻¹ the FOTOT had an increase of 1,178 kg DM ha⁻¹ in associated grasslands that equals the 28.9% of the associated Prairie compared with monoculture (4074.3 kg DM ha⁻¹). FOLE, FRLE and GDF allowed to explain the efficiency of utilization in the associated Prairie, with respect to Tanzania in monoculture. It is concluded that the degree of defoliation, allowed to explain the efficiency of use of the associated Prairie.

Key Words: Grazing, grassland, components, monoculture and associates, Leucaena.

INTRODUCCIÓN

En el trópico mexicano, casi la totalidad de la superficie en pastoreo está dominada por gramíneas en monocultivo. La ganadería en

el Estado de Yucatán, presenta una diversidad de sistemas de producción con sistemas variados de alimentación, desde los que tienen vegetación nativa como única fuente

alimenticia, hasta los sistemas empresariales que incluyen en su integración y operación componentes tecnológicos que pasaron a formar parte del manejo como son; nutricional, genético, reproductivo y utilización de pastos mejorados para la mejora de los hatos (Segura *et al.*, 2006). Entre los pastos mejorados, se encuentran principalmente como monocultivos de zacate Guinea (*Panicum maximun*), Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) Brizantha (*Brachiaria brizantha*) con carga animal promedio de una vaca por ha por año. La mayoría de la superficie cubierta por las gramíneas tropicales no cubre los requerimientos nutricionales de los rumiantes para que estos expresen su máxima producción. Las principales limitaciones son la poca disponibilidad durante al menos seis meses del año y el bajo valor nutritivo durante la mayor parte del crecimiento activo de la pastura. Debido a que las leguminosas forrajeras representan un considerable potencial proteico para dietas de relativa baja calidad como las apacentadas en praderas, sistemas silvopastoriles que incluyan franjas de Leucaena que destaca por su valor nutricional, adaptación al pastoreo, al corte, palatabilidad, buena asociación con la mayoría de los pastos, tolerancia a los periodos de sequía, al fuego y por ende constituir un recurso forrajero de gran importancia para la ganadería tropical, además podrían mejorar el rendimiento de forraje (Castillo *et al.*, 2013), su valor nutritivo e influir sobre la eficiencia productiva y reproductiva del ganado pastoreo. Una de las variables que describen mejor la utilización en pastoreo, son el consumo y el grado de defoliación de la pradera. El consumo de los animales en pastoreo está localizado en los estratos superiores de la pastura, donde seleccionan principalmente hojas y puntas de tallos y el efecto que ocasionan en las plantas, se ve reflejado en el rebrote después del pastoreo,

alterando los patrones de crecimiento e influenciando la acumulación de componentes morfológicos, afectando el valor nutritivo y el consumo. Por lo anterior entender la capacidad de rebrote después de la defoliación, debería explicar el porqué de las mejores ganancias de peso de los animales en este sistema de producción. A pesar de su importancia son pocos los estudios en los que se destaque la influencia de componentes forrajeros en praderas asociadas con Leguminosas y su eficiencia en la utilización en pastoreo, ya que ésta es una de las principales características que determinan la productividad del sistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrollo en condiciones de temporal en terrenos del Sitio Experimental Tizimín del INIFAP, en Tizimín, Yuc. El periodo de evaluación correspondió a la época de lluvias (19 de mayo a 22 de septiembre de 2013), con 126 días de evaluación. Los tratamientos fueron 9 ha de pasto Tanzania asociada con franjas de Leucaena en densidades de 10, 200 plantas/ha y 9 ha de praderas de Tanzania en monocultivo (testigo). Cada tipo de pradera se subdividió en 15 potreros de 0.6 ha. La rotación de los bovinos en las praderas permitió 3 días de ocupación y 42 de descanso. Se consideró un área de muestreo de cinco metros cuadrados (ubicando el cuadrante al centro de la hilera con Leucaena), se cortaron las dos especies ubicadas en ésta área antes y después del pastoreo. Las plantas a fueron cortadas a 50 y 10 cm sobre el nivel del suelo en Leucaena y Tanzania, respectivamente. En Leucaena se consideró material comestible a las hojas y a los tallos < a 6 mm, el resto fue considerado no comestible. El forraje ofrecido (FO) y forraje rechazado (FR) fue cortado y pesado de manera independiente por especie cultivada con el fin de estimar la cantidad (kg MS ha⁻¹) por componentes. Para calcular la

cantidad total de forraje, se sumaron los pesos individuales de cada especie. De las muestras de Tanzania y Leucaena se tomó una submuestra de 1.0 kg, la cual se separó en hojas y tallos. Las muestras se secaron en estufa con circulación de aire forzado por 72 horas a 60 ° C, para determinar el porcentaje de MS. En las plantas de Leucaena y Tanzania, se evaluó FO de Tanzania (FOTA), FO de Leucaena (FOLE), FO total (FOTOT), FR de Tanzania (FRTA), FR de Leucaena y FR total (FRTOT), grado de defoliación (GDF) se determinó mediante la fórmula empleada por Avendaño *et al* (1986) por componentes totales, donde $GDF = \frac{FOTOT - FRTOT}{FOTOT} \times 100$. Los datos fueron analizados usando el procedimiento de MIXED de SAS, en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento. El tipo de praderas fue el efecto fijo, mientras que los bloques fue el efecto aleatorio. Desde que el estudio constó de dos tratamientos, las medias de mínimos cuadrados fueron, dentro del procedimiento MIXED, separadas por la prueba de efectos fijos, a un nivel de $p=0.05$ (Littell *et al.*, 1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las praderas al finalizar el estudio de 126 días en la época de lluvias, se observa (Cuadro 1) que en el FOTA no se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) con promedio de 4,462 kg de MS ha⁻¹. Sin embargo se nota un incremento en la pradera asociada de 775 kg de MS ha⁻¹ que equivale al 19 % de incremento, respecto a la pradera en monocultivo de Tanzania, lo cual concuerda con Castillo *et al* (2013) al intercalar Leucaena en pradera de Guinea y obtuvo similares incrementos (17%) en tasa de crecimiento al pasar de 9.2 a 10.8 cm

semana⁻¹ en pradera asociada de Guinea-Leucaena, respecto al monocultivo de Guinea y atribuyen este incremento al aporte de Nitrógeno orgánico y Nitrógeno total con porcentajes de (0.04 y 0.17) y (0.41 y 0.51) de la pradera asociada de Leucaena-Guinea, respecto a monocultivo de Guinea (Castillo *et al.*, 2014a).

Con respecto al FOLE se encontró una aportación de 404 kg de MS ha⁻¹ con diferencia significativa al considerarse únicamente como componente en la asociación.

A pesar que no hubo diferencias significativas en FOTOT entre praderas en estudio (Cuadro 1) con promedio de 4,663.2 kg MS ha⁻¹ el FOTOT tuvo un incremento de 1,178 kg de MS ha⁻¹ en praderas asociadas que equivale al de 28.9 % de la pradera asociada (Leucaena-Tanzania) comparada con el monocultivo de Tanzania (4074.3 kg de MS ha⁻¹). Los valores observados son bajos en comparación a la disponibilidad de forraje total de 10,777 kg MS ha⁻¹, de los cuales 9,500 y 1277 correspondieron a Guinea y Leucaena, respectivamente (Wencomo *et al.*, 2005). Estos mismos autores atribuyen tal comportamiento a que el Guinea presentó gran volumen de biomasa, el cual fue acumulado durante el tiempo de reposo (40 días en época de lluvias y 120 días en época seca), así como tiempo al establecimiento, lo cual no sucedió en el presente estudio, ya que se utilizó durante todo el año descansos de 42 días y después del establecimiento, se realizó un pastoreo previo y fue homogenizado con chapeadora el pasto remanente, teniendo nuevos rebrotes en activo crecimiento para los ciclos de pastoreo posteriores.

Cuadro 1. Influencia del apacentamiento de bovinos durante la época de lluvias, en componentes de pasto Tanzania establecido en monocultivo y asociado con *Leucaena*, en la zona ganadera de Yucatán

| Variable | Tipo de pradera | |
|----------|----------------------|---------------------|
| | Tanzania | Tanzania asociada |
| FOTA | 4074.3a ¹ | 4849.3 ^a |
| FOLE | 0.0b | 404.0a |
| FOTOT | 4074.3a | 5253.0a |
| FRTA | 2743.0a | 2207.0a |
| FRLE | 0.0b | 169.3 ^a |
| FRTOT | 2743.0a | 2376.3 ^a |
| GDF | 0.315b | 0.540 ^a |

¹ Medias de mínimos cuadrados dentro de una hilera seguido por distinta literal, son significativamente diferentes a $P \leq 0.05$.

En FR de Tanzania no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) con promedio de 2,475 kg de MS ha⁻¹. Sin embargo se nota una mayor desaparición de forraje en la pradera asociada de 2,642 kg de MS ha⁻¹, respecto a 1,331.3 kg de MS ha⁻¹, que equivale al 54.5 % de desaparición, respecto a 32.3 %, encontrado en la pradera en monocultivo de Tanzania, atribuyendo esta desaparición al mayor consumo de la pradera asociada, que se reflejó en mejor ganancia de peso (0.466 vs 0.389 kg) en pradera asociada de Tanzania-*Leucaena*, respecto a monocultivo de Tanzania (Castillo *et al.*, 2014).

Para FRLE la desaparición de forraje 234.7 kg MS ha⁻¹, representó 58 % de consumo de forraje por los animales en pastoreo y la parte restante, se le atribuye a tallos mayores a los 6 mm que no se consideraron comestibles.

En el FRTOT tampoco mostro diferencia significativas con promedio de 2,799 kg MS ha⁻¹, al igual que FRTA la desaparición de forraje paso de 32.8 a 40.5% en pradera en monocultivo y asociada de Tanzania-*Leucaena* respectivamente y lo anterior se reflejo en la ganancia de peso (Castillo *et al.*, 2014 a) y también por el aporte de nitrógeno orgánico y total de la leguminosa en la pradera asociada de Guinea-*Leucaena*,

respecto al monocultivo de *Leucaena* (Castillo *et al.*, 2014b).

La pradera asociada Tanzania-*Leucaena* reflejo ($P < 0.05$) mayor grado de defoliación (0.540 %), respecto a 0.315 % en la pradera en monocultivo de Tanzania, lo anterior reflejo de una mayor eficiencia en la utilización y confirma las tendencias de incremento de FOTA, FOTOT en la pradera asociada respecto al monocultivo, ya que al presentar mayor forraje disponible en oferta y de mejor calidad por aporte de proteína en la dieta de los animales en pastoreo, estimulo mayor rebrote y mayor consumo por la desaparición de FRTA Y FRLE Y FRTOT.

CONCLUSIONES

Se concluye que el grado de defoliación, permitió explicar la eficiencia de utilización de la pradera asociada, respecto a monocultivo de Tanzania.

Agradecimientos

Los autores expresan su reconocimiento a la SAGARPA y al CONACYT por el financiamiento de este proyecto con clave: 2010-144591.

LITERATURA CITADA

Avendaño, J. C.; Borel, R.; Cubillos, G. 1986. Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y la utilización de varias

especies de una pradera. Turrialba (2):137-148.

Castillo, H. J., Rivas P.F. y Ortega R. L. 2013. Rendimiento estacional y anual de forraje en respuesta a la intersiembra de *Leucaena* en praderas de Guinea. Memorias del IV Congreso Internacional de manejo de pastizales. I Simposio XXXIV Aniversario de Ganadería Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. pp 6-9.

Castillo, H. J., Rivas P.F. y Ortega R. L. 2014a. Aportes de nitrógeno de *Leucaena* establecida en diferentes arreglos de siembra. Memorias del V Congreso Internacional de manejo de pastizales. I Congreso de Ciencias Veterinarias, I Reunión RED Latina de Ciencia animal, Nuevo Vallarta, Nayarit, pp 48-52.

Castillo, H. J., Rivas P.F. y Ortega R. L. 2014b. Crecimiento de vaquillas Suizo-Cebú apacentando praderas de Tanzania en monocultivo y asociado con franjas de *Leucaena*. Memorias del XXVI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria 2014. III Simposio Internacional en Producción agroalimentaria Tropical, Villahermosa Tabasco, pp 259-253.

Segura, C.V., Duarte V.F., Solís C.J. y Góngora E.J. 2006. Transferencia de tecnología en el sistema de producción vaca-cría en el oriente de Yucatán. XLII Reunión Nacional de Investigación pecuaria. Veracruz, Ver. p 310.

Littell Ramon C, Milliken George A, Stroup Walter W, Wolfinger Russell D.1996. SAS System for Mixed Models, Cary, NC: SAS Institute Inc.633 p.

Wencomo, H.B. 2005. Comportamiento agronómico de una asociación de *Leucaena* con otras especies vegetales. Estación Experimental de Pastos y forrajes "Indio hatuey", Matanzas Cuba. Pastos y forrajes 23 (3): pp 221-232.

FRAME SCORE Y ZOMETRÍA EN TORETES SIMMENTAL FLECKVIE PROSPECTOS A SEMENTALES EN PRADERAS INDUCIDAS

FRAME SCORE AND ZOMETRÍA IN YOUNG BULLS SIMMENTAL FLECKVIE SIRE PROSPECTS IN INDUCED GRASSLAND

Toca Ramírez José A¹., Díaz Centeno Jesús, Pinzón Díaz Carmen E¹., Gallegos de la Hoya
Mayela P¹., Rodríguez Contreras Pedro¹, Reveles Saucedo Fanny O¹.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Durango-Mezquitlan Km 11.5, Durango, Dgo, México CP 34170,

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el *frame score* (FS) y zoometría, se utilizaron 34 machos de la raza Simmental Fleckvie prospectos a sementales. El peso y la edad al destete fue de 256 ± 30.02 kg y 181 ± 15.8 d. El peso ajustado a 205 días, fue de 283.1 ± 36.3 kg. Se encontraron altas correlaciones y relaciones entre las medidas corporales, destaca la edad con todas las características medidas. El FS es de mediano a grande. En este caso, el 76.5 % de los animales tuvieron un FS grande y el 23.5 % mediano. Dada la alta heredabilidad del FS, mediante presión de selección puede cambiar significativamente dentro de un hato en poco tiempo.

Palabras clave: Bovinos, *Frame Score*, zoometría, prospectos a sementales

ABSTRACT

In order to determine the frame score (FS) and zoometría, 34 prospects males Fleckvie Simmental breed were used. The weight and weaning age was 256 ± 30.02 kg and 181 ± 15.8 d. The weight adjusted to 205 days was 283.1 ± 36.3 kg. High correlations and regression between body measurements were found, highlights the age-featured measures. The FS is medium to large. In this case, 76.5% of the animals had a big FS and 23.5% medium. Given the high heritability of FS by selection pressure can change significantly within a herd shortly.

Key words: Cattle, Frame Score, zoometría, prospects stallions

INTRODUCCIÓN

La selección de toros es una decisión importante en el sistema de producción vaca/becerro. El toro es responsable de la mitad de la genética de las crías, donde se conservan las hembras para reemplazos, el 87% de la composición genética es inherente a los tres últimos toros utilizados en los empadres. Una práctica común para incrementar la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción es la introducción de razas especializadas a través de los cruzamientos. Sin embargo, la utilización de estas estrategias debe ir acompañada de un adecuado uso del potencial genético de los animales (Martínez y cols., 2003; Martínez y cols., 2008). La selección integral de los prospectos a

reproductores incluye la evaluación de la estructura física porque se relaciona estrechamente con la capacidad reproductiva y la transmisión de las características deseables en la progenie (Taylor y Murray, 1987; Black, 1988), si se entienden las diferencias entre los animales, el potencial para incrementar la eficiencia productiva podría mejorar notablemente. Los criterios de selección de un buen semental son: el potencial genético, fenotipo, aparato locomotor, desarrollo y funcionamiento del sistema reproductor, la libido, calidad espermática y fertilidad, características que deben evaluarse sistemáticamente (Tamayo, 2009). En relación con el biotipo animal deseado, la altura a la cruz o talla anterior y altura al sacro o talla posterior sirven para determinar, en función de la edad, el tamaño

corporal del reproductor. También definen el biotipo corporal, el perímetro torácico y el índice de masa corporal (Funk, 2002). La altura de un animal de carne a una determinada edad se puede utilizar como una medida de su madurez, o potencial curva de crecimiento y para determinar el *frame score* (FS) el cual describe el tamaño del esqueleto y se mantiene durante la vida del animal; el FS solo debe usarse como una guía, porque en gran medida depende de la nutrición y exactitud de las mediciones (McKiernan, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevo a cabo en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED, ubicada en la carretera Durango-Mezquital km 11.5. Geográficamente se ubica a 1900 msnm, longitud oeste 104° 37' 00" y latitud norte 23° 58' 00", entre los paralelos 26° 48' 22" y 22° 14' 22" en relación al meridiano de Greenwich. La temperatura promedio es de 20°C y con una mínima de 13°C. El clima es semiseco-templado (INIFAP, 2012). El hato es de la raza Simmental Fleckvieh (Pure-Breed) en un sistema semi intensivo para producción de pie de cría. Además del pastoreo de 6 horas/día, en el pesebre se les proporciona forraje de la temporada y 2 kg de alimento concentrado (14% PC)/cabeza/día y minerales a libre acceso (mezcla con 10% Ca y 10% P), y roca fosfórica. Se aplica vitamina ADE dos veces al año, se inmuniza contra enfermedades virales y bacterianas anualmente y se desparasita semestralmente. El empadre es abierto y los nacimientos y destetes ocurren todo el año. Se analizó información de 34 machos nacidos de enero de 2012 a julio de 2014. Se registro peso al nacimiento, al destete y se ajustó el peso a los 205 d de edad (Ibarra, 2011). En cuanto a la zoometría, se determinó altura a la cadera (A), longitud

corporal (LC), distancia entre coxales (DC), perímetro torácico (PT), altura a la cruz (AC) y circunferencia escrotal (CE). El *frame score* (FS) se estimó en una escala del 2 al 9 (Yostar, 2011): $FS = -11,548 + 0,192(\text{Altura}) - 0,0289(\text{Días de edad}) + 0,00001947(\text{Días de edad})^2 + 0,00001315(\text{Altura})(\text{Días de edad})$. Los pesos al nacimiento, al destete y el FS, fueron analizados mediante un PROC ANOVA y la diferencia entre las medias se estableció con una prueba TUKEY. Las relaciones y correlaciones entre LC, DC, CE, PT y AC se determinaron con un PROC CORR, PROC REG y PROC ANOVA (SAS, 9.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso al nacimiento y al destete fue de 49.89 ± 4.6 y 256 ± 30.02 kg, en los bovinos estas son características importantes y medianamente heredables tanto en la producción de carne, como en la de pie de cría. El peso al destete no refleja el potencial genético real, ya que está influenciado por muchos factores (Martínez, 2008), por esta razón es importante ajustar los pesos por edad. El peso promedio ajustado fue de 362 ± 86.26 kg (Ibarra, 2011); es una característica evaluada y motivo de selección, cuando de adquirir un semental se trata, el ajuste se puede hacer entre 160 - 250 días de edad. Se encontraron altas correlaciones y relaciones entre las medidas corporales, destaca la edad con todas las características medidas (tabla 2). El FS (talla corporal) mínimo fue de 6.4 y máximo de 8.4 (tabla 3) lo que corresponde a un FS de mediano a grande de acuerdo a la escala del 2-9 (Dhuyvetter, 1995). En este caso, el 76.5 % de los animales evaluados tuvieron un FS grande (>8 y <9), el 23.5 % se clasifica como FS mediano (>6 y <7). El FS tiene una heredabilidad alta (.40-.60), por lo que mediante presión de selección puede cambiar significativamente (Yostar,

2011). Sin embargo, dada la finalidad del hato (pie de cría), los animales con *FS* grande pueden ser un problema al cruzarlos con ganado de tallas menores por el riesgo de la distocia. La selección se basa en la identificación de animales superiores a través de un sistema de evaluación de las

características importantes relacionadas con el desempeño productivo. Los parámetros que surgen de esta evaluación, permiten una estimación más exacta sobre el potencial genético del animal y su probable producción futura dentro de un hato.

Tabla 1. Medias zoométricas y sus correlaciones en machos Simmental prospectos a sementales.

| | LC | DC | CE | PT | AC | PV | Edad |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| LC | 1.00 | | | | | | |
| DC | 0.78 | 1.00 | | | | | |
| CE | 0.78 | 0.76 | 1.00 | | | | |
| PT | 0.85 | 0.78 | 0.81 | 1.00 | | | |
| AC | 0.76 | 0.77 | 0.79 | 0.80 | 1.00 | | |
| PV | 0.87 | 0.79 | 0.83 | 0.89 | 0.80 | 1.00 | |
| Edad | 0.83 | 0.82 | 0.86 | 0.87 | 0.83 | 0.90 | 1.00 |

LC= longitud corporal (cm), DC= distancia entre coxales (cm), CE= circunferencia escrotal (cm), PT= perímetro torácico (cm), AC= altura a la cadera (cm), PV= peso vivo (kg), AP= aumento de peso.

Tabla 2. Ecuaciones de regresión lineal simple de las medidas corporales en machos Simmental prospectos a sementales.

| Ecuaciones de Regresión | R ² | r |
|-------------------------|----------------|------|
| LC =22.32 +0.76 PT | 0.73 | 0.85 |
| LC =102.51 +0.12 PV | 0.76 | 0.86 |
| LC =119.65+0.09 ED | 0.55 | 0.74 |
| DI =38.10 +0.04 ED | 0.51 | 0.71 |
| CE =19.79 +0.03 ED | 0.54 | 0.73 |
| PT =-34.97+3.88 AC | 0.63 | 0.79 |
| PT =113.447+0.14 PV | 0.79 | 0.88 |
| PT =133.27 +0.10 ED | 0.57 | 0.75 |
| AC =45.49+0.02 ED | 0.52 | 0.72 |
| PV =147.37+0.71 ED | 0.67 | 0.81 |

Tabla 3. *Frame Score* en machos Simmental prospectos a sementales.

| Número de arete | FS | Número de arete | FS | Número de arete | FS |
|-----------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|
| 9491 | 8.4 ^a | 9500A | 7.5 ^{abcdefgh} | A-02 | 7.0 ^{bdefgh} |
| 9510 | 8.2 ^{ab} | A-08 | 7.4 ^{abcdefgh} | 9509 | 7.0 ^{bdefgh} |
| 9505 | 8.2 ^{abc} | 9489 | 7.4 ^{abcdefgh} | 9501 | 6.9 ^{bdefgh} |
| 9513 | 8.1 ^{abcd} | 9486 | 7.3 ^{abcdefgh} | 609 | 6.9 ^{efgh} |
| 606 | 8.1 ^{abcd} | A-11 | 7.3 ^{abcdefgh} | 602 | 6.8 ^{efgh} |
| 601 | 7.9 ^{abcde} | 9494 | 7.2 ^{abcdefgh} | A-07 | 6.7 ^{fgh} |
| 605 | 7.9 ^{abcdef} | 9512 | 7.2 ^{abcdefgh} | 613 | 6.5 ^{hg} |
| 9514 | 7.8 ^{abcdef} | 9511 | 7.2 ^{abcdefgh} | A-09 | 6.5 ^{hg} |
| 604 | 7.7 ^{abcdef} | 9488 | 7.2 ^{abcdefgh} | 9508 | 6.5 ^h |
| 603 | 7.7 ^{abcdef} | 9499 | 7.2 ^{abcdefgh} | 9502 | 6.4 ^h |
| 9515 | 7.7 ^{abcdef} | 9503 | 7.1 ^{bdefgh} | | |
| 9497 | 7.7 ^{abcdef} | 9499 | 7.0 ^{bdefgh} | | |

Las características de los animales con un FS 6, 7 y 8, es que maduran tardíamente, pero tienen un alto potencial para crecimiento y buena expresión corporal cuando son de raza pura. Aunque alcanzan el peso al mercado más tarde que razas con FS menores, estas tienen 12.9 mm de grasa y con una alimentación adecuada logran un excelente marmoleo (McKiernan, 2005).

CONCLUSIONES

El bovino Simmental es un animal grande, con estructura resistente y habilidad para rápido crecimiento, pero poco se sabe de la respuesta a la adaptación de los sementales y terneros obtenidos en condiciones extensivas y diferentes terrenos.

Con este estudio se obtuvo información confiable acerca de la subpoblación Simmental evaluada y de sus posibilidades de incidir en el mejoramiento, además de simplificar y hacer más manejable la información proporcionada a los productores en lo referente a la talla de los animales, posibilitando a los mismos orientar objetivamente su selección y mejorar sus índices productivos con los animales apropiados a sus medios.

LITERATURA CITADA

- McKiernan Bill. 2005. Frame scoring of beef cattle. Agfact A2.3.4. Second Edition. Proceedings of the Beef Products Conference, NSW Agriculture, Armidale
- Black J.L. 1988. Animal growth and its regulation. J. Anim. Sci. 66(sup.3):1-22.
- Dhuyvetter, J. 1995. Beef Cattle Frame Score. Extension Service. Area Livestock Specialist. North Dakota State University. NDSU AS-1091
- Funk, D. 2002. Toros jóvenes contra toros probados de alta fertilidad. Genética y Reproducción. En: <http://www.absmexico.com.mx/m/docs/jovenes.pdf>. Consulta: 3 agosto 2015
- Ibarra Gil Humberto. 2011. La ganadería sostenible en la amazona boliviana, ajustes de los pesos al destete. En: <http://www.estanciasvh.com/?p=251>
- INIFAP. 2012. Red nacional de estaciones estatales agroclimáticas. Estación CEVAG en: <http://clima.inifap.gob.mx/redclima/clima/>
- Martínez GJC, García EFJ, González RA, Tewolde MA. Peso al nacimiento de Bos

taurus, *Bos indicus* y sus cruces en Aldama, Tamaulipas, México. 2003. Universidad Autónoma de Chihuahua. Phoenix, Arizona. XXXI Reunión Anual de AMPA. p.217-224.

Martínez González Juan C, Adalberto Azuara Martínez, Javier Hernández Meléndez, Gaspar M Parra Bracamonte, Sonia P Castillo Rodríguez. 2008. Características pre-destete de bovinos Simmental (*Bos Taurus*) y sus cruces con Brahman (*Bos indicus*) en el trópico mexicano. Rev Colomb Cienc Pecu. 21:365-371

Tamayo Torres, Manuel. 2009. La selección de sementales bovinos en Cuba. 1. Crecimiento y desarrollo corporal y gonadal en futuros sementales Holstein. REDVET vol 10, N° 12 ISSN: 1695-7504

Taylor, St.CS. y Murray, JI. 1987. Genetics aspects of mammalian survival and growth in relation to body size. In: Hacker, JB y Ternbouth, JH. (Ed) The nutrition of herbivores. Academic Press. Brisbane: University of Queensland, 54-58 p. Sydney.

Yostar, EJ., Capellari, A., Haynes, A. 2011. Relación altura/edad (frame score) en terneros Brahman del norte argentino. Revista Veterinaria. Universidad Nacional del Nordeste. ISSN: 1668-4834

FERMENTACIÓN EN ESTADO SOLIDO DE NOPAL CON *Kluyveromyces marxianus* Y SUS EFECTOS SOBRE LOS CONTENIDOS DE PROTEINA CRUDA Y FIBRA DETERGENTE NEUTRO

SOLID STATE FERMENTATION OF CACTUS PEAR WITH *Kluyveromyces marxianus* AND THEIR EFFECTS ON THE CONTENTS OF CRUDE PROTEIN AND NEUTRAL DETERGENT FIBER.

Jonathan N Rubio Valdez¹, Jay D Carrillo Herrera¹, Esperanza Herrera Torres^{2*}, Manuel Murillo Ortiz², Osvaldo Reyes Estrada², Alberto Muro Reyes³, Hector Gutierrez Bañuelos³

¹Alumnos de la Maestría Institucional en Ciencias Agropecuarias de la UJED, ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Carretera Durango-Mezquital Km 11.5, Durango, Dgo, México CP 34170, *heto99@yahoo.com.mx

³Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Zacatecas

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los cambios en los contenidos de proteína y fibra detergente neutro de nopal forrajero fermentado en estado sólido con *K. marxianus*. En este estudio se evaluaron 3 tratamientos: nopal (T1); nopal + *K. marxianus* (T2); nopal + *K. marxianus* + lactosuero + sulfato de amonio (T3). Las muestras de nopal (250 g) mezcladas con los ingredientes se introdujeron en matraces y enseguida se incubaron a 29°C a intervalos de 0, 24, 48, 72, 96, 120 y 144 h. Después de concluidos los tiempos de incubación, las muestras de nopal fermentado se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C por 48 h y se molieron en un molino Wiley con una malla de 2 mm para luego determinarles los contenidos de proteína cruda (PC) y de fibra detergente neutro (FDN). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x7. Se encontraron interacciones entre tratamientos y tiempos de fermentación en los contenidos de PC y FDN (P<0.05). A través de los tiempos de fermentación, con T2, y T3 se incrementaron los contenidos de PC (P<0.01) y disminuyeron los contenidos de FDN en todos los tratamientos (P<0.01). Los resultados indican que la fermentación en estado sólido de nopal forrajero con *Kluyveromyces marxianus* aumenta significativamente el contenido de PC a través de los tiempos de fermentación y reduce el contenido de fibra detergente neutro.

Palabras clave: Nopal, *Kluyveromyces marxianus*, fermentación en estado sólido.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the changes in protein and neutral detergent fiber (NDF) contents of cactus pear fermented in solid state with *K. marxianus*. In this study, 3 treatments were evaluated: nopal (T1); cactus pear + *K. marxianus* (T2); cactus pear + *K. marxianus* + buttermilk + ammonium sulfate (T3). Cactus pear samples (250 g) mixed with ingredients were placed in flasks and then incubated at 29 °C at intervals of 0, 24, 48, 72, 96, 120 and 144 h. After completion of the incubation times, fermented samples of each treatment were dried in a forced air oven at 55 °C for 48 h and ground through a 2 mm screen in a Wiley mill and then were determined crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) contents. Data were analyzed according completely randomized design with 3x7 factorial arrangement of treatments. There were interaction between fermentation time and treatment on CP and NDF contents (P <0.05). Through fermentation times, with T2 and T3 increased the CP content (P<0.01) and all treatments decreased the NDF contents (P<0.01). The results indicate that the solid state fermentation of forage cactus with *Kluyveromyces marxianus* increased the CP contents but decreased the NDF contents.

Key words: Cactus pear, *Kluyveromyces marxianus*, solid state fermentation

INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas ocupan más de la mitad del territorio mexicano. La principal característica de estas zonas es la poca cantidad de agua con que se dispone, además de que las precipitaciones pluviales son variables. Lo anterior provoca la disminución en la cantidad y calidad del forraje disponible en los agostaderos (Murillo *et al.*, 2012). La alimentación del ganado en estas regiones, está condicionada por la disponibilidad de forrajes, de tal manera que se hace necesario contar con alternativas de alimentación del ganado factibles de acuerdo con las características climáticas propias de estas zonas (Reveles *et al.*, 2010). En los últimos años se han desarrollado estudios tendientes a evaluar hojas de árboles y arbustos como potenciales suplementos para el ganado en libre pastoreo y que de alguna manera pueden reducir los costos de producción (Rodríguez *et al.*, 2014). En este escenario el nopal nativo o cultivado representa una buena alternativa como suplemento para el ganado en apacentamiento, además de que es altamente adaptable a condiciones de sequía (Akanniet *et al.*, 2015). El nopal es una planta muy bien adaptada a regiones áridas y semiáridas y que por su contenido de azúcares, minerales, calcio, hierro y vitamina A, es susceptible de explotarse todo el año (Araujo *et al.*, 2005). No obstante, el contenido de proteína cruda del nopal es reducido (4%). Recientemente la fermentación en estado sólido (FES) con

diferentes levaduras ha emergido como una herramienta biotecnológica que es utilizada para mejorar las características nutricionales de sustratos alimenticios como el nopal (Díaz *et al.*, 2012; Herrera *et al.*, 2014). El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento del contenido de proteína y de fibra detergente neutro de nopal forrajero fermentado en estado sólido con *K. marxianus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en los laboratorios de posgrado e investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango y del Instituto Tecnológico de Durango.

Obtención de nopal

Las muestras de nopal forrajero (variedad AV6) se obtuvieron en una nopalera perteneciente al rancho Santa Cruz del Aguaje ubicado en el km 17.5 de la Carretera Durango-Mezquital a 24° 28' N, 104° 40' W y 1890 msnm con temperatura media anual de 17.5 °C y precipitación media de 550 mm (INEGI, 2012).

Tratamientos evaluados

En el presente trabajo tres tratamientos fueron evaluados: nopal sin inclusión de *K. marxianus* (T1); nopal + *K. marxianus* (T2) nopal + *K. marxianus* + lactosuero + sulfato de amonio (T3) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ingredientes de los tratamientos evaluados.

| Ingredientes | T1 | T2 | T3 |
|---------------------------------------|-----|--------------------------|--------------------------|
| Nopal, (g) | 250 | 250 | 250 |
| <i>K. marxianus</i> | | 1x10 ⁸ cel/ml | 1x10 ⁸ cel/ml |
| Lactosuero, (%) | - | - | 10 |
| NH ₃ SO ₄ , (g) | - | - | 1.19 |

Activación de la levadura

En placas Petri con agar GPY (Dextrosa, peptona extracto de levadura y agar en concentración de 2%, 2%, 1% y 5% respectivamente) se sembró por estría una alícuota de cultivo puro de *K. marxianus* (ITD00262) y se incubó por 48 h a 29 °C.

Propagación de la levadura

De las placas con *K. marxianus* se tomó una colonia y se inoculó en caldo GPY esterilizado (Dextrosa, peptona y extracto de levadura en concentración de 2%, 2%, 1% respectivamente) con un pH de 4.8 a 28 °C por 12 h y 120 rpm en una incubadora con agitación (Frazier y Westhoff, 1998).

Cantidad de inóculo para iniciar la fermentación

La cantidad de inóculo necesario para iniciar la fermentación se determinó mediante el conteo de células en una cámara de Neubauer (Herrera *et al.*, 2014) que corresponde a 1×10^8 cel de *K. marxianus* ml⁻¹.

Fermentación del nopal

Se utilizaron 250 g de nopal forrajero picado (T1) en pequeños cubos de aproximadamente 1cm y fueron introducidos en matraces de 500 ml (por triplicado para cada tiempo de fermentación) También, en matraces se introdujeron 250 g de nopal y un inóculo de *K. marxianus*, (T2) y nopal +*K. marxianus* +lactosuero+ sulfato de amonio (T3), los cuales se mezclaron vigorosamente para homogenizar el medio y favorecer el contacto celular con la matriz sólida. Los matraces correspondientes a cada tratamiento se incubaron a 29°C por 0, 24, 48, 72, 96, 120 y 144 h. Después de concluido el tiempo de fermentación, las muestras de nopal fermentado se secaron en una estufa de aire forzado a 55 °C por 48 h y se molieron en un molino Willey con una malla de 2 mm para enseguida determinar

los contenidos de proteína cruda (AOAC, 1990) y fibra detergente neutro (Van Soest *et al.*, 1991).

Análisis Estadístico

La información obtenida se analizó mediante un diseño completamente al azar con un diseño factorial 3x7 con mediciones cada 24 hr. Los factores de estudio fueron tratamiento (T1, T2 y T3) y tiempos de fermentación (0, 24, 48, 72, 96, 120 y 144 h). En el análisis de la información se utilizaron los procedimientos GLM y MEANS de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una interacción entre tratamientos y tiempos de fermentación para el contenido de PC (Cuadro 2; P<0.01). Se registró un aumento en el contenido de PC de 65.03% y 55.59% para los tratamientos T2 y T3 a las 144 h de fermentación, respectivamente. De acuerdo con Pandey *et al.* (2001), el incremento observado en el contenido de PC del nopal fermentado con *K. marxianus* puede ser resultado de la medición indirecta del crecimiento microbiano en los procesos de fermentación en estado sólido, ya que los microorganismos que se establecen en el sistema transforman el nitrógeno no proteico en nitrógeno proteico. En el caso de la disminución de la PC en el T1 a las 144 h de fermentación, pudiera deberse a una pérdida de amoníaco por volatilización, proveniente de rutas desaminativas.

Se observó una interacción entre tratamientos y tiempos de fermentación para el contenido de FDN (Cuadro 3; P<0.01).

Los T1 y T2 disminuyeron significativamente los contenidos de FDN a través de los tiempos de fermentación (P<0.01).

Cuadro 2. Efecto del tratamiento y tiempo de fermentación en el contenido de PC (%).

| TIEMPO | T1 | T2 | T3 | MEDIA | EED | P< |
|--------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|--------|
| 0 | 4.29 ^b | 4.29 ^b | 6.86 ^a | 5.14 ^b | 0.2591 | 0.0001 |
| 24 | 4.82 ^c | 9.15 ^b | 10.68 ^a | 8.21 ^b | 0.2022 | 0.0001 |
| 48 | 5.73 ^c | 9.09 ^b | 11.50 ^a | 8.77 ^b | 0.2044 | 0.0001 |
| 72 | 6.01 ^c | 10.27 ^b | 11.75 ^a | 9.34 ^a | 0.1688 | 0.0001 |
| 96 | 7.01 ^d | 10.43 ^c | 13.35 ^a | 10.26 ^a | 0.0695 | 0.0001 |
| 120 | 7.51 ^d | 10.81 ^b | 14.23 ^a | 10.85 ^a | 0.1308 | 0.0001 |
| 144 | 5.89 ^c | 12.27 ^b | 15.56 ^a | 11.24 ^a | 0.1205 | 0.0001 |
| MEDIA | 5.85 ^c | 9.47 ^b | 11.99 ^a | | | |
| EED | 0.1385 | 0.1479 | 0.1672 | | | |
| P< | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | | | |

abcd Medias dentro de hileras con literales diferentes no son iguales (P<0.05)

Esta disminución podría atribuirse a la acción sinérgica de la levadura y hongos para producir enzimas celulíticas capaces de degradar los carbohidratos estructurales. Además, Batt, (2014), menciona que algunas especies de *Kluyveromyces* producen

enzimas exógenas como: lactasas, glucosidasas, celulasas e inulilasas, lo que pudiera ayudar a explicar la disminución en el contenido de FDN como resultado de la acción de la levadura.

Cuadro 3. Efecto del tratamiento y tiempo de fermentación en el contenido de FDN (%).

| TIEMPO | T1 | T2 | T3 | MEDIA | EED | P< |
|--------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------|--------|
| 0 | 66.45 ^a | 60.21 ^a | 34.93 ^{ba} | 45.37 ^a | 1.0319 | 0.0001 |
| 24 | 70.73 ^a | 55.12 ^b | 41.31 ^b | 55.72 ^a | 3.9440 | 0.0146 |
| 48 | 63.74 ^a | 55.56 ^b | 24.16 ^c | 47.82 ^a | 1.2735 | 0.0001 |
| 72 | 61.74 ^a | 47.42 ^b | 20.68 ^c | 43.28 ^a | 1.1694 | 0.0001 |
| 96 | 66.59 ^a | 50.51 ^b | 22.18 ^c | 46.43 ^a | 0.6295 | 0.0001 |
| 120 | 71.99 ^a | 45.79 ^b | 20.38 ^c | 46.05 ^a | 1.7302 | 0.0001 |
| 144 | 77.28 ^a | 45.47 ^b | 17.99 ^c | 46.91 ^a | 2.3556 | 0.0001 |
| MEDIA | 68.36 ^a | 51.44 ^b | 25.95 ^c | | | |
| EED | 1.0958 | 0.7690 | 1.5717 | | | |
| P< | 0.0016 | 0.0001 | 0.0028 | | | |

abcd Medias dentro de hileras con literales diferentes no son iguales (P<0.05)

CONCLUSIONES

Se concluye que la fermentación en estado sólido de nopal forrajero con *Kluyveromyces marxianus* aumenta significativamente el contenido de PC a través de los tiempos de fermentación y reduce el contenido de fibra detergente neutro. Lo anterior es de importancia nutricional puesto que el nopal fermentado puede incorporarse a esquemas de suplementación alimenticia de rumiantes en agostaderos.

LITERATURA CITADA

- Akanni, G.B.; J. C du Preez; C, Steyn; G. K. Stephanus. 2015. Protein enrichment of an *Opuntia ficus-indica* cladode hydrolysate by cultivation of *Candida utilis* and *Kluyveromyces marxianus*. Journal Science Food Agricultural. 95:1094-1102.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists

- International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32.
- Araujo, L. F.; N. M. Nunes; A. Perazzo; L. Conrado; F.L.H. Da Silva. 2005. Protein enrichment of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) using *Sacharomyces cerevisiae* in solid state fermentation. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. No. Especial 48:161-168.
- Batt, C. A. 2014. *Kluyveromyces*, in "Encyclopedia of Food Microbiology, Second Edition". In: Batt, C. A., Tortorello, M-L. (Ed.). Academic Press, Elsevier, New York, pp. 390.
- Díaz P. D.; M.C. Rodríguez; F. P. Mancillas; O. N. Ruíz; M. S. Mena; T. F. Salvador; L. M. Duran. 2012. Fermentación in vitro de nopal forrajero con un inóculo de levadura *Kluyveromyces lactis* obtenida a partir de manzana de desecho. *REDVET*. 13. 1: 1-7.
- Frazier, W.C. and D.C. Westhoff (1998). *Food Microbiology*. 4th Ed. Tata mcgraw Hill Inc. New York.
- Herrera, E.; M. Murillo; L. Berumen; J. Páez; G. Villarreal. 2014. Efecto de *Sacharomyces cerevisiae* y *Kluyveromyces marxianus* Durante el Tiempo de Fermentación en la Calidad Nutritiva del Nopal Forrajero. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 1(1):33-40.
- INEGI. 2012. Cuaderno Estadístico Municipal, Durango. Estado de Durango. México
- Murillo, O. M.; E. Herrera; F. O. Carrete; O. Ruiz; J. S. Serrato 2012. Chemical composition, *in vitro* gas production. Ruminant fermentation and degradation patterns of diets by grazing in native range of north Mexico. *Asian Australian Journal of Animal Science*. 25:1395-1403.
- Pandey A.; C. R. Soccol; J. A. Rodríguez-Leon; P. Nigam. 2001. *Solid-State Fermentation in Biotechnology: Fundamentals and Applications*. (Ed.), Asiatech Publishers, New Delhi.
- Reveles, M.; M. A. Flores, F. Blanco; R. D. Valdez. 2010. el manejo del nopal forrajero en la producción del ganado bovino. VIII Simposium-Taller Nacional y 1er Internacional "Producción y Aprovechamiento del Nopal". *Revista Salud Pública y Nutrición, Edición Especial*. num 5. p130-144
- Rodríguez, P.; H. Bernal, H; M. A. Cerrillo; H. González; A. S. Juárez, A.S; M. Guerrero; R. G. Ramírez. 2014. Leaf Litter as a food resource for range livestock. *Journal Animal and Plants Science*. 24:1629-1635.
- SAS. 2003. *Statistical Analysis Systems user's guide (Release 9.1)*: SAS Inst, Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Van Soest, P J.; B. J. Robertson; B. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 74: 35-83

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE TRES VARIEDADES DE SORGO DULCE EN DOS LOCALIDADES DEL ESTADO DE DURANGO

CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THREE SWEET SORGHUM CULTIVARS GROWN IN TWO LOCATIONS IN THE STATE OF DURANGO, MEXICO

Cynthia Adriana Nava Berumen^{1*}, Rigoberto Rosales Serna², Francisco Óscar Carrete Carreón³, Rafael Jiménez Ocampo², Pablo Alfredo Domínguez Martínez².

¹Estudiante del Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales (DICAF) de la Universidad Juárez del estado de Durango. km 11.5 Carretera Durango-El Mezquital. Durango, Dgo., México. C. P. 34170. *cynthia1905@yahoo.com.mx.

²INIFAP-Durango. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital. Durango, Dgo. México. C. P. 34170. ³Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UJED. km 11.5 Carretera Durango-El Mezquital. Durango, Dgo. México. C. P. 34170.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la composición química y digestibilidad de tres variedades de sorgo cultivadas en dos localidades del estado de Durango. En el ciclo primavera-verano 2014 se establecieron lotes para la evaluación de tres variedades de sorgo dulce (Lico, TOM 3 y Mercedes) en Durango, Dgo. y La Soledad, Dgo. Se evaluó el rendimiento de forraje verde y forraje seco y en el laboratorio se determinó la Proteína Cruda (PC), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), fibra en detergente neutro (FDN), fibra en detergente ácido (FDA) y lignina (L). El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para forraje verde y la variedad con mayor rendimiento promedio fue TOM 3 (179 t ha^{-1}), siendo estadísticamente igual a Lico (169 t ha^{-1}). En el caso de forraje seco se observó igualdad estadística entre variedades, con valores promedio de los dos sitios entre 25 a 30 t ha^{-1} . Tanto la PC como la DIVMS mostraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) únicamente entre localidades, con un promedio mayor de PC en Durango (8.2 %) y para DIVMS en La Soledad (88.8 %). LaFDN (59.6 %) y FDA (35.8 %) mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) únicamente en Durango. La variedad TOM 3 (4.0 %) mostró el valor más alto de L a través de localidades. El sorgo dulce es una opción para la producción de forraje en Durango, aunque debe cuidarse la fecha de corte para incrementar la calidad nutricional y evitar problemas de acame.

Palabras clave: *Sorghum bicolor*, forraje, composición química, digestibilidad.

INTRODUCCIÓN

En Durango, la eficiencia de la producción ganadera durante el invierno es frecuentemente limitada por la escasez de pastos, forrajes y suplementos de calidad. En los últimos años el interés en sorgo se incrementó por su alto rendimiento, precocidad, tolerancia al estrés hídrico y capacidad para responder favorablemente a las labores culturales (González *et al.*, 1991). El sorgo forrajero es una especie que presenta propiedades morfo-fisiológicas que lo ubican dentro del grupo de cultivos con alto rendimiento de forraje y es apropiado para la alimentación de rumiantes. El sorgo

también sobresale por su nivel de producción de materia seca por hectárea y es considerado como un forraje de alta rentabilidad por su alto contenido de azúcares solubles (Duke, 1983), lo que le proporciona valor energético.

El conocimiento del valor nutritivo de los forrajes y suplementos alimenticios es el fundamento de la nutrición animal. Se considera que los análisis químicos son insuficientes, por lo que se deben estudiar los procesos de digestión, absorción de nutrientes y metabolismo animal (Bondi, 1989). El valor nutritivo de los forrajes está

directamente relacionado con su composición química y digestibilidad, las cuales varían ampliamente (Fox *et al.*, 1995) debido a diversos factores tales como: especie, variedad, uso de fertilizantes, etapa de cosecha y condiciones ambientales registradas durante el cultivo (Singh *et al.*, 2012). Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de los alimentos que pueden ser degradados por el aparato digestivo (Church y Pond, 1994) y el tipo de nutrientes que quedan disponibles para el animal durante el proceso (Bondi, 1989). Se considera que el aumento en la productividad y calidad nutricional de los forrajes utilizados en Durango incrementará la eficiencia en la crianza de ganado bovino. El objetivo de este trabajo fue evaluar la composición química y digestibilidad de tres variedades de sorgo cultivadas en dos localidades del estado de Durango.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el ciclo primavera-verano 2014, se establecieron lotes para la evaluación de tres variedades de sorgo dulce (*Sorghum bicolor* L. Moench.) (Lico, TOM 3 y Mercedes) en las instalaciones del Campo experimental Valle del Guadiana del INIFAP (20 de junio de 2014) y La Soledad (18 de julio de 2014), municipio de Canatlán. La siembra se realizó en franjas apareadas de 50 m de longitud y 10 m de ancho, con una distancia entre surcos de 0.81 m. La dosis de fertilización utilizada se ajustó de acuerdo con el sitio y varió para nitrógeno, fósforo y potasio (N-P₂O₅-K₂O) entre 35-50-00 (La Soledad, Canatlán) y 110-46-00 (Durango, Dgo.). Además de la lluvia ocurrida durante el periodo de estudio, se aplicó un riego de auxilio para evitar el estrés hídrico en las plantas. El control de la maleza se realizó con dos pasos de escarda, los cuales fueron realizados con tracción mecánica.

La evaluación del rendimiento de forraje se realizó mediante la obtención de cinco muestras de campo (muestreo sistemático), las cuales consistieron de dos surcos de cinco metros (8.1 m²) y fueron tomadas en las franjas de cada variedad. Las muestras de forraje se pesaron en campo con la ayuda de una báscula digital, con precisión de 0.01 g. Luego del secado de las muestras de campo se pesaron nuevamente para determinar el rendimiento de forraje seco. Después, se procesaron en un Molino eléctrico (Wiley®) con malla de 1 mm para la evaluación de la composición química y la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica.

La PC se evaluó por el método de micro Kjeldahl; mientras que, laFDN, FDA y la lignina se determinaron con base en el método ANKOM, (2005). En la evaluación de laDIVMS, las muestras de sorgo se sometieron a una fermentación anaeróbica realizada con líquido ruminal. El líquido ruminal provino de un bovino macho fistulado con un peso de 700 kg, el cual se alimentó con heno de alfalfa y concentrado comercial. La fermentación se realizó en el incubador Daisy^{II} (ANKOM Technology Corp., Macedon, NY) siguiendo el protocolo sugerido por el fabricante (ANKOM, 2011). Los datos obtenidos se analizaron en un diseño factorial 3 x 2 (variedades x localidades) con cinco repeticiones. La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se detectaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre localidades para forraje verde y significativas ($p \leq 0.05$) para forraje seco, siendo Durango la localidad con mayor rendimiento de forraje verde (189.7 t ha⁻¹) y seco (30.6 t ha⁻¹). La interacción variedad x localidad fue no significativa, lo que demuestra que las

variedades mostraron el mismo patrón de respuesta entre sitios de siembra. Las variedades con mayor rendimiento en el sitio de mayor producción fueron TOM 3 (224.6 t ha⁻¹) y Lico (200.6 t ha⁻¹). Por su parte, la variedad con mayor rendimiento promedio de las dos localidades fue TOM 3 (179.0 t ha⁻¹), aunque resultó estadísticamente igual que Lico (169.4 t ha⁻¹) y ambas superaron significativamente a Mercedes (117.6 t ha⁻¹). En el caso de forraje seco se registró igualdad estadística entre variedades con un rango para el rendimiento entre 26.4 a 29.9 t ha⁻¹.

Se obtuvieron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre localidades para el contenido de PC, DIVMS, FDA, FDN y L (Cuadro 1). Entre variedades la respuesta fue estadísticamente igual en el caso de proteína cruda y se detectaron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para DIVMS, FDA, FDN y L. La interacción localidad x variedad resultó no significativa en ninguno de los casos, lo que se relacionó con la respuesta similar de las variedades a través de ambientes. Los valores significativamente más altos de proteína se registraron en Durango, Dgo., con un promedio de 8.1 %; mientras que, en La Soledad el promedio fue de 5.6 % (Cuadro 2). Los resultados obtenidos fueron similares a los reportados por Núñez *et al.*, (2010) quienes obtuvieron valores de PC en un rango de 5.0 a 7.4 % para variedades de sorgo cultivadas en La Laguna. En otros estudios con variedades de sorgo evaluadas en Costa Rica se encontraron valores superiores (10.9 a 14.7 %), con respecto a los registrados en este estudio (Vargas, 2005).

Lo anterior, pudo relacionarse con la fecha de corte, ya que en el norte de México se

considera que la mejor etapa de cosecha del forraje de sorgo dulce es cuando el grano está en el estado masoso-lechoso. Lo anterior, a pesar de que se ha demostrado que la mayoría de las gramíneas deben cortarse en la etapa de prefloración (embuche), para evitar problemas por la lignificación y evitar la reducción del contenido de proteína. El nivel proteico del forraje obtenido hace necesaria la suplementación del ganado bovino en crecimiento.

El mayor promedio de DIVMS (86.8 %) se registró en La Soledad, Dgo. y en ese sitio, la variedad TOM 3 fue la que presentó el valor más alto de digestibilidad con 88.3 % (Cuadro 2). Lo anterior, se relacionó con un menor contenido de fibras, puesto que en La Soledad se registraron valores significativamente más bajos de FDA (31.2 %) y FDN (53.7 %). De la misma forma, se observó que el forraje cosechado en La Soledad mostró valores de lignina de 3.5 % y Durango, Dgo. 3.9 %. La variedad con mayor contenido de lignina fue TOM 3 (4.0 %) (Cuadro 2) y a pesar de lo anterior, los datos registrados en este trabajo son inferiores a los reportados por Núñez *et al.*, (2010), quienes encontraron valores de lignina entre 7.4 y 9.0 % en otras variedades de sorgo cultivadas en La Laguna. Las diferencias se debieron al uso de otras variedades y la variación en el clima y tipo de suelo. Además, en La Soledad el retraso en la fecha de siembra favoreció la cosecha de forraje de mejor calidad especialmente en TOM 3, la cual es una variedad tardía a floración (Jiménez y Rosales, 2014). Es recomendable realizar la cosecha en prefloración (embuche) para favorecer la calidad nutricional del forraje y evitar los problemas de acame registrados en Durango.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de tres variedades de sorgo dulce cultivadas en el ciclo primavera-verano 2014 en Durango, Dgo. y La Soledad, Dgo.

| Fuente de Variación | ¹ gl | PC | DIVMS | FDA | FDN | L |
|-----------------------|-----------------|----------|---------|---------|----------|---------|
| Localidad | 1 | 49.8** | 175.3** | 156.7** | 266.5** | 0.7n.s. |
| Variedad | 2 | 0.04n.s. | 8.7* | 9.7* | 41.0* | 2.1* |
| Repeticiones | 4 | | | | | |
| Variedad*Localidad | 2 | 0.5n.s. | 2.5n.s. | 7.7n.s. | 24.8n.s. | 0.4n.s. |
| Error | 24 | 71.5 | 270.0 | 189.3 | 346.4 | 8.9 |
| ² C.V. (%) | | 25.0 | 3.9 | 8.3 | 6.7 | 17.0 |

¹gl= grados de libertad; n.s.= no significativo, *significativo $p \leq 0.05$, **altamente significativo ($p \leq 0.01$); ¹PC= proteína cruda; DIVMS= digestibilidad *in vitro* de la materia seca, FDA= fibra en detergente ácido, FDN= fibra en detergente neutro, L= lignina. ²C.V. = coeficiente de variación.

Cuadro 2. Composición química y digestibilidad de tres variedades de sorgo cultivadas en el ciclo primavera-verano 2014 en Durango, Dgo. y La Soledad, Dgo.

| Variedad | Proteína Cruda (%) | ¹ DIVMS (%) | FDA (%) | FDN (%) | Lignina (%) |
|------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Durango, Dgo. | | | | | |
| Lico | 8.3 | 81.7 ^a | 35.9 ^{ab} | 59.7 ^{ab} | 3.6 ^{ab} |
| TOM 3 | 8.0 | 82.6 ^{ab} | 37.2 ^a | 62.8 ^a | 4.4 ^a |
| Mercedes | 8.3 | 81.7 ^b | 34.2 ^{ab} | 56.4 ^{ab} | 3.6 ^{ab} |
| Promedio | 8.2 | 82.0 | 35.8 | 59.6 | 3.9 |
| La Soledad, Dgo. | | | | | |
| Lico | 5.3 | 85.5 ^{ab} | 32.5 ^{ab} | 55.5 ^{ab} | 3.7 ^{ab} |
| TOM 3 | 5.9 | 88.3 ^a | 30.6 ^b | 53.2 ^b | 3.7 ^{ab} |
| Mercedes | 5.6 | 86.6 ^{ab} | 30.5 ^b | 52.3 ^b | 3.0 ^b |
| Promedio | 5.6 | 86.8 | 31.2 | 53.7 | 3.5 |

¹DIVMS= Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, FDA= Fibra en detergente ácido, FDN= Fibra en detergente neutro.^{a-}

^bLiterales diferentes en la misma columna representan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

El sorgo dulce representa una opción productiva para la obtención de forraje durante el verano, ya que presenta valores altos de rendimiento y digestibilidad, cuando se cosecha antes del aumento considerable del contenido de fibra. Las variedades TOM 3 y Lico mostraron alta productividad de forraje, por lo que pueden utilizarse en la producción de forraje y en la alimentación animal en Durango. El contenido de proteína del sorgo dulce hace necesaria la utilización de suplementos para cumplir con los requerimientos nutricionales del ganado bovino de engorda.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias por el apoyo otorgado para la realización de este trabajo, así como al apoyo del Sr. Carlos Holguín Chávez, productor cooperante en La Soledad, Dgo.

LITERATURA CITADA

- ANKOM. 2005. Acids detergent fiber in feeds. Filter bag technique (ANKOM²⁰⁰). Ankom Technology.
- ANKOM. 2011. *In vitro* true digestibility using DAISY incubator. http://digestibility.com/media/documents/IVDMD_0805_D200.pdf.

- Bondi, A. A. 1989. Nutrición animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 546 p.
- Church, D. C. y W. G. Pond. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México, pp. 438.
- Duke, J. 1983. Sorghum X. Almun Parodi. Handbook of energy crops. (on line). Disponible en http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/sorghum_Xalmun.html.
- Fox, D. G; M. E. Barri; R. E. Pitt; D. K. Roseles; W. C. Stone. 1995. Application of the Cornell net carbohydrate and protein model for cattle consuming forages. J. Anim. Sci. (73): 267-277.
- González, J.; G. Klee; P. Soto. 1991. Comportamiento de sorgos como recurso de verano, establecidos en un suelo arcilloso de la región del Maule. Rev. Agricultura Técnica Chile. 51: 42-46.
- Jiménez O., R.; R. Rosales S. 2014. Rendimiento forrajero de variedades de sorgo dulce cultivadas en diferentes ambientes de Durango, Méx. Congreso Mundial de Ganadería Tropical 2014. Tampico, Tamps. 144-147.
- Núñez H., G.; J.A. Payan G.; A. Peña R.; F. González C.; O. Ruiz B.; C. Arzola A. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región norte de México. Rev. Mex. Cienc. Pecu. 1(2): 85-98.
- Singh S.; B.P. Kushwaha; S.K. Nag; A.K. Misha; A. Singh; U.Y. Anele. 2012. In vitro ruminal fermentation, protein and carbohydrate fractionation, methane production and prediction of twelve commonly used Indian Green forages. Animal Feed Science and Technology. 178. Pp 2-11.
- Vargas R., C. F. 2005. Valor nutricional y degradabilidad ruminal de genotipos de sorgo forrajero (*Sorghum* sp.). Agronomía Mesoamericana. 16(2): 215-223.

CONSUMO DE SIETE ESPECIES ARBUSTIVAS POR VENADO COLA BLANCA EN EL NORESTE DE MÉXICO

FORAGE INTAKE OF SEVEN SHRUBS SPECIES BY WHITE TAIL DEER IN NORTHEASTERN MEXICO

Juan Emmanuel Segura Carmona ¹*, Humberto Ibarra Gil ², Rogelio Carrera Treviño ³, Hugo Bernal Barragán ².

¹ UANL Estudiante posgrado conjunto Agronomía-Veterinaria, ² UANL Facultad de Agronomía ³ UANL Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus Ciencias Agropecuarias Universidad Autónoma de Nuevo León, Calle Francisco Villa S/N Col. Ex Hacienda el Canadá, General Escobedo; Nuevo León. C.P. 66050. *emmanuel-segura@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del experimento fue comparar el consumo de materia seca del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) sobre siete especies arbustivas, *Acacia farnesiana* Willd, *Acacia berlandieri* Benth, *Acacia rigidula* Benth, *Porlieria angustifolium* Engelm, *Condalia spathulata* Gray, *Zizyphus obtusifolia* Gray, y *Leucaena leucocephala*, en cinco fechas. Así como investigar la relación que algunas variables bromatológicas tienen con el consumo de las especies. En el experimento se utilizaron 4 venados de un año de edad, colocados en corrales individuales con un área aproximada de 800 m². A cada uno de los venados se les ofrecieron las 7 especies en 5 fechas. La *L. leucocephala*, *A. farnesiana* y *A. rigidula* fueron las especies más consumidas, similares entre si y diferentes al resto de las demás especies. *P. angustifolium*, *Z. obtusifolia* y *C. spathulata* fueron las menos consumidas y *A. berlandieri* presentó un porcentaje intermedio de consumo. En el análisis de regresión se encontró relación entre el % de consumo de materia seca y los contenidos (%) de proteína cruda, FDA, hemicelulosa, hierro (ppm), resultado de ello valores de índice de determinación (R^2) de 0.2955, 0.3041, 0.1656, 0.414, respectivamente.

Palabras clave: *Odocoileus virginianus*, prueba de cafetería, consumo de arbustivas, selección de arbustivas.

ABSTRACT

The aim of this experiment was to compare dry matter intake of whitetail deer (*Odocoileus virginianus*) on seven shrub species, *Acacia farnesiana* Willd, *Acacia berlandieri* Benth, *Acacia rigidula* Benth, *Porlieria angustifolium* Engelm, *Condalia spathulata* Gray, *Zizyphus obtusifolia* Gray, and *Leucaena leucocephala*, in five different dates. Additionally, we investigated the relationship of some bromatological variables of interest on dry matter intake. We used four yearling male deer placed in individual pens with an approximate area of 800m², and offered the 7 species on 5 different dates. *L. leucocephala*, *A. farnesiana* and *A. rigidula* were the most consumed, and were different to. *P. angustifolium*, *Z. obtusifolia* and *C. Spathulata* that were the least consumed. *A. berlandieri* showed an intermediate dry matter intake. Regression analyses on the relationship between percent dry matter intake and percent Crude Protein content, ADF, Hemicellulose and Iron (ppm) were significant, with correlation coefficients (R^2) of 0.2955, 0.3041, 0.1656, 0.414, respectively.

Key words: *Odocoileus virginianus*, Cafeteria Trial, Shrub Consumption, Shrub Selection.

INTRODUCCIÓN

El venado es un rumiante selectivo que consume dietas tan diversas que pueden llegar a componerse de más de 100 especies a lo largo del año, aunque en la mayoría de las veces solo un número pequeño de las mismas componen la mayor parte de la dieta (Hewitt, 2011). El ramoneo de arbustivas aporta la mayor parte de la dieta del venado cola blanca (*O. virginianus*)

en el sur de Texas y noreste de México, debido a su disponibilidad a lo largo del año.

La palatabilidad de una planta es definida en términos de las características o condiciones de la misma, que estimulan una respuesta selectiva por los animales (Heady, 1964). Los factores que afectan la palatabilidad, pueden ser físicos o químicos, teniendo los segundos mayor importancia, debido a que los receptores

químicos ubicados en la nariz y lengua, responden a los componentes, aceptando o rechazando los alimentos (Halls, 1984).

El presente estudio se realizó en corrales de manejo, con ofrecimiento controlado de alimento, agua y forraje, se comparó el consumo de siete especies arbustivas huizache (*Acacia farnesiana Willd*), guajillo (*Acacia berlandieri Benth*), chaparro prieto (*Acacia rigidula Benth*), guayacán (*Porlieria angustifolium Engelm*), condalia (*Condalia spathulata Gray*), zizyphus (*Zizyphus obtusifolia Gray*), y leucaena (*Leucaena leucocephala*) (Fulbright & Ortega-Santos, 2007; Plata et al., 2009; Wright et al., 2003).

Se establece la hipótesis de que el consumo de arbustivas por el venado cola blanca es afectado por las características bromatológicas de las plantas, y que los venados tienen una preferencia diferencial de consumo de los diferentes arbustos. El objetivo de este estudio fue comparar el consumo por el venado cola blanca de siete arbustivas en cinco fechas, e investigar la relación de algunas variables bromatológicas que afecten el consumo de las especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en el rancho el Russio, localizado al este de Coahuila, en el municipio de Villa Juárez (27° 31' N, 100° 48' W). El experimento fue iniciado el día 29 de junio del 2010 y finalizado el día 21 de julio del mismo año. Se utilizaron cuatro venados de un año de edad, alojados en corrales individuales con un área de 800 m². A cada uno de los venados se les ofrecieron las siete especies antes mencionadas en cinco fechas: fecha 1, 29-06-2010; fecha 2, 30-06-2010; fecha 3, 19-07-2010; fecha 4, 20-07-2010; fecha 5, 21-07-2010. En el periodo de adaptación se ofrecieron ramas de arbustivas 15 días antes de la primera fecha.

Se elaboraron cuatro comederos, que constaban de ocho cubetas con una capacidad de 19 litros

las cuales fueron cortadas y montadas en una estructura metálica, donde las cubetas quedaban en posición de 20° en relación con el piso, la altura del comedero fue de 40 cm y hubo un espacio de 13 cm entre cubetas. Cada cubeta contaba con orificios para asegurar las ramas de manera perpendicular al fondo de la cubeta. El tamaño de corte de las ramas fue de aproximadamente 45 cm. Cada especie se pesó y se colocó en una cubeta. Para evitar que el venado se relacionara con la ubicación de cada especie, se cambiaron de lugar todas las especies en cada fecha. Una vez armados los comederos, se introdujeron cada uno en un corral. Se definió un tiempo de 15 minutos a partir de que el venado tocaba el comedero, transcurrido este tiempo, se retiraron los comederos de los corrales y se procedió a pesar el residuo de las ramas. Posteriormente se separaron hojas y brotes tiernos del tallo para pesarlo y se introdujeron a una estufa de secado a 50°C por 48 horas para obtener el peso seco de cada muestra. Posteriormente se realizaron análisis de contenido de proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, hemicelulosa, fósforo, hierro, y sodio. Se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS para analizar los datos, utilizando comparación de medias por el método Tukey, y regresión lineal. Los datos se transformaron con la siguiente fórmula $Y' = \text{arc.sen}\sqrt{p}$ recomendada para datos de proporción (Ostle, 1988), con el fin de obtener homogeneidad en la varianza.

RESULTADOS

El consumo promedio de los venados osciló entre 102 y 236 g/animal/día. En la Figura 1 se muestra el consumo promedio (expresado en porcentaje) de las 7 arbustivas. Leucaena (74.6%), huizache (71.4%) y chaparro prieto (64.8%) fueron las especies más consumidas ($P < 0.05$). Guayacán (21.7%), zizyphus (19.2%) y condalia (13%) fueron las de menor consumo ($P < 0.05$). Guajillo presentó un porcentaje intermedio (47.1%) de consumo.

En nuestro estudio observamos que tres especies de arbustos tuvieron mayor consumo, esto coincide con los resultados publicados por Plata y colaboradores (2009) que reportaron que tan solo 2 especies formaron más del 50%

de la dieta del venado. Quintanilla, (1989) concluyó que el chaparro prieto (*A. rigidula*) compone más del 50% de la dieta a lo largo del año.

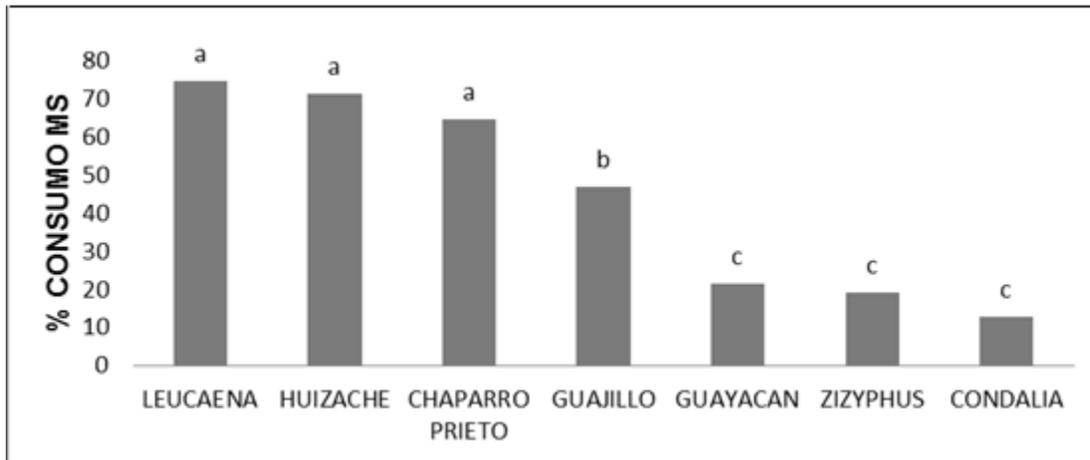


Figura 1.- Consumo promedio de materia seca de las 7 especies en las 5 fechas, diferentes letras arriba de las barras indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

Los resultados de *L. leucocephala* obtenidos en el presente trabajo, concuerdan con otros experimentos tipo cafetería, que reportan al género *Leucaena* con mayor palatabilidad que otros géneros (Plata et al., 2009, Pinto et al., 2012). El chaparro prieto fue más consumido que el guajillo, este resultado coincide con el de Quintanilla, (1989) y Koerth & Stuth, 1991), aunque difiere a la vez, porque ellos encontraron un mayor consumo de chaparro prieto que de huizache. Respecto al bajo consumo de *Condalia* y *Zizyphus*, Wright & Vincent, (1996) indica que puede ser consecuencia de su estructura, ya que estas dos especies poseen un mayor número de espinas comparadas con las demás especies de este experimento. Sin embargo, en el presente trabajo no se cuantificó el número de espinas promedio por especie.

Se determinó una relación con tendencia positiva con $R^2 = 0.2955$ entre el contenido de proteína y el porcentaje de consumo en base a materia seca (Figura 2a). Este resultado es

similar al encontrado por Deguchi y colaboradores (2001), en un experimento sobre preferencia de la dieta de serau japonés (*Capricornis crispus*), y por Dostaler y colaboradores (2011) al estudiar las preferencias sobre los constituyentes de las plantas en la dieta del venado cola blanca. Heady, (1964) también mencionó dicha relación positiva entre consumo y contenido de proteína. El análisis de regresión respecto a consumo de materia seca y contenido de FDA (Figura 2b) reveló una tendencia positiva con $R^2 = 0.3041$. Este resultado es contrario a lo esperado de acuerdo a Deguchi y colaboradores (2001) quien encontró una tendencia negativa y a Pinto y colaboradores (2012) quienes no encontraron relación entre el consumo de alimento y FDA. La relación entre el consumo de materia seca y el contenido de hemicelulosa (Figura 2c), reflejó una tendencia negativa, aunque con $R^2 = 0.1656$. El análisis de regresión del porcentaje de consumo de materia seca con contenido de hierro (Figura 2d), mostró una tendencia negativa altamente significativa ($P <$

0.001), con $R^2 = 0.414$. De acuerdo a Ceacero y colaboradores (2009), los elementos cobalto y hierro comparten el mismo sistema de

transporte en membrana de enterocitos, por lo que la absorción de uno puede inhibir la absorción del otro.

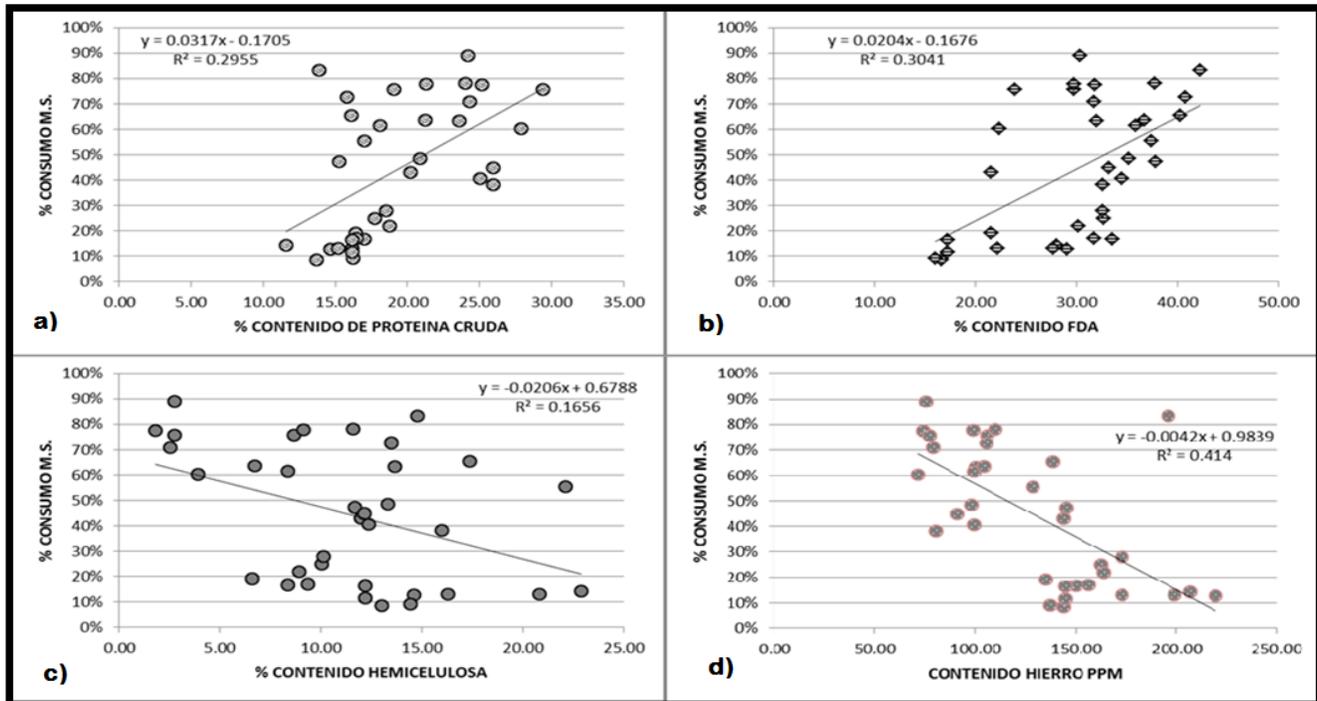


Figura 2.- Relación de las variables Proteína cruda (a), Fibra detergente acida (b), Hemicelulosa (c) y Hierro (d), con respecto a porcentaje de consumo de materia seca.

Los contenidos de hemicelulosa y de hierro presentaron una relación negativa con el consumo de materia seca. Dichas relaciones no están reportadas en la actualidad para el venado cola blanca. Hewitt, (2011) menciona que es complicado entender o predecir el consumo de forraje en venados, debido a la variación temporal de sus requerimientos nutricionales, así como por la variación espacial y temporal de la disponibilidad y calidad de los forrajes.

CONCLUSIONES

Se encontró que el venado cola blanca tiene más preferencia por las especies *Leucaena*, *Huizache* y *Chaparro prieto*, y una muy baja preferencia por *Guayacán*, *Zizyphus* y *Condalia*.

El consumo de arbustivas por el venado cola blanca es difícil de predecir, ya que aunque se encontraron relaciones de las variables

bromatológicas que afectan el consumo (Proteína Cruda, Fibra detergente Ácida, Fósforo y Hierro), éstas no ayudan a determinar del todo las preferencias del venado cola blanca, debido a que las relaciones encontradas son débiles. Probablemente el consumo es afectado por otros factores que no se analizaron en este estudio.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Ceacero, F., Landete-Castillejos, T., García, A. J., Estévez, J. A., Martínez, A., Calatayud, A., . . . Gallego, L. (2009). Free-choice mineral consumption in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) response to diet deficiencies. *Livestock Science*, 122(2-3), 345-348.

Deguchi, Y., Sato, S., & Sugawara, K. (2001). Relationship between some

- chemical components of herbage, dietary preference and fresh herbage intake rate by the Japanese serow. *Applied Animal Behaviour Science*, 73(1), 69-79.
- Dostaler, S., Ouellet, J.-P., Therrien, J.-F., & Cote, S. D. (2011). Are Feeding Preferences of White-Tailed Deer Related to Plant Constituents? *Journal of Wildlife Management*, 75(4), 913-918.
- Fulbright, T. E., & Ortega-Santos, J. A. (2007). *Ecología y Manejo de Venado Cola Blanca*: Texas A&M University Press.
- Halls, L. K. (1984). *White-tailed Deer: Ecology and Management*: Stackpole Books.
- Heady, H. F. (1964). Palatability of Herbage and Animal Preference. *Journal of Range Management*, 17(2), 76-82.
- Hewitt, D. G. (2011). *Biology and Management of White-tailed Deer*: CRC Press.
- Hussain, F., & Durrani, M. J. (2009). Seasonal availability, palatability and animal preferences of forage plants in harboi arid range land, kalat, pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 41(2), 539-554.
- Koerth, B. H., & Stuth, J. W. (1991). Instantaneous Intake Rates of 9 Browse Species by White-Tailed Deer. *Journal of Range Management*, 44(6), 614-618. doi:10.2307/4003047
- Ostle, B. (1988). *Estadística aplicada: técnicas de la estadística moderna, cuando y donde aplicarlas*: Editorial Limusa.
- Pinto, R., Gómez, H., Hernández, A., Medina, F., Martínez, B., Aguilar, V. H., . . . Carmona, J. (2012). Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México (Vol. 26).
- Plata, F., Ebergeny, S., Resendiz, J., Villarreal, O., Bárcena, R., Viccon, J., & Mendoza, G. (2009). Palatabilidad y composición química de alimentos consumidos en cautiverio por el venado cola blanca de Yucatán (*Odocoileus virginianus yucatanensis*). *Archivos de medicina veterinaria*, 41, 123-129.
- Quintanilla, J. B. (1989). Determinación de la composición botánica de la dieta por el venado cola blanca en el noreste del estado de Nuevo León. (M.Sc. Produccion Animal), Universidad Autónoma de Nuevo Leon.
- Villarreal G., J. (2006). *Venado cola blanca. Manejo y aprovechamiento cinegético*. Unión Ganadera Regional de Nuevo León.
- Wright, B. D., Lyons, R. K., Cooper, S., & Cathey, J. (2003). White-tailed Deer Browse Preferences for South Texas and the Edwards Plateau. . *Agrilife extension Texas A&M*
- Wright, W., & Vincent, J. F. V. (1996). Herbivory and the mechanics of fracture in plants. *Biological Reviews*, 71(3), 401-413.



VI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y el bienestar del hombre”.

RESÚMENES

**ECOLOGÍA, CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE
PASTIZALES**



**RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PASTO TOLEDO *Urochloa brizantha* (CIAT 26110) A
DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE**

**HERBAGEYIELD AND QUALITY OF TOLEDOGRASS *Urochloa brizantha* (CIAT 26110)
AT DIFFERENT CUTTING FREQUENCIES**

Joel Ventura Ríos^{*1}, Mario Alberto Santiago Ortega¹, Alfonso Hernández Garay¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo¹, Iván Reyes Vázquez¹, Adelaido Rafael Rojas García¹, Enríquez Quiroz Javier Francisco²

¹Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Km. 36. Carretera Federal México-Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. México. ²Campo Experimental, La Posta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Paso del toro, Veracruz, México.*joelventur@gmail.com

El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento de biomasa y calidad del pasto *Urochloa brizantha* (CIAT 26110) cv. Toledo a diferentes frecuencias de corte. Se evaluaron 4 frecuencias de corte (30, 60, 90 y 120 días). El experimento se llevó a cabo en Isla, Veracruz, Méx. Se estableció en parcelas de 5 m x 16 m, con tres repeticiones y se muestreo durante un año. Se aplicó una dosis de fertilizante de 120-80-00 kg ha⁻¹ de N y P₂O₅ dividida en dos aplicaciones (43 y 112 dds). La materia seca (MS) se determinó en una estufa de aire forzado a 55 °C. Las muestras fueron molidas en un molino Wiley® y tamizadas, para después determinar el contenido de MS total a 105 °C por 12 h y expresar el contenido de nutrientes en base seca (% de MS). Después las muestras se incineraron durante 2 h a 600 °C para obtener el contenido de cenizas. La concentración de proteína cruda (PC) se midió por el método Kjeldahl (AOAC, 1990). Las concentraciones de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991) y de lignina (Goering y Van Soest, 1970). La hemicelulosa (HC) y celulosa (CL) se calcularon mediante la diferencia entre FDN y FDA, y entre FDA y lignina, respectivamente. Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de nutrición animal del Colegio de Postgraduados. La mayor producción de materia seca anual se dio en el corte al día 120 (20.7 t ha⁻¹), el cual fue diferente (p<0.05) a las demás frecuencias de corte. El contenido de MS fue similar entre cortes (p>0.05) y en promedio fue de 92 %. El máximo contenido de PC y cenizas se presentó en el corte al día 30 el cual fue diferente (p<0.05) a los demás cortes (8 % y 9.6 %) respectivamente. No hubo efecto de corte sobre el contenido de FDN (p>0.05) que en promedio presentó 60.2 %. El mayor contenido de FDA se dio en el corte al día 90 y 120 que fueron diferentes (p<0.05) a los demás cortes (45.7% y 44.9 %) respectivamente. No hubo efecto de corte sobre el contenido de lignina (p>0.05) que en promedio presentó 4.6 %. El mayor contenido de CL se dio en el corte al día 90 y 120 que fueron diferentes (p<0.05) a los demás cortes (41.1% y 40.7 %) respectivamente, sin embargo, el contenido de HC no fue modificado (p>0.05). El rendimiento de materia seca se incrementa linealmente a medida que la planta avanza en su desarrollo fisiológico; mientras que el contenido de proteína cruda y cenizas disminuye, afectando su calidad nutricional.

Palabras clave: *Urochloa brizantha*, rendimiento, calidad, frecuencia.

**ESTRUCTURA DE UN ZACATAL DE TOBOSO (*Hilaria mutica*: POACEAE)
ASOCIADO A SUSTRATO ÍGNEO EN EL NORESTE DE COAHUILA, MÉXICO**
STRUCTURE OF TOBOSO GRASSLAND (*Hilaria mutica*: POACEAE) ASSOCIATED TO
IGNEOUS SUBSTRATE IN THE NORTHEAST OF COAHUILA, MEXICO

Juan Antonio Encina Domínguez¹, Jesús Valdés Reyna*²

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. A.P. 41, 67700, Linares, Nuevo León, México, ²Departamento de Botánica, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo 25315, Coahuila, México. * jvaldes@uaaan.mx

Con el objetivo de evaluar la estructura y diversidad de especies en un zacatal de toboso (*Hilaria mutica* (Buckley) Benth.) ubicado en el municipio de Sabinas, en el centro del estado de Coahuila, se establecieron 20 sitios, en parcelas de 100 m² donde se cuantificaron las arbustivas. Las especies herbáceas se midieron en tres parcelas de 2 m² por sitio, en ambos estratos se registró la altura y cobertura de las especies. Se calcularon atributos de densidad, cobertura y frecuencia, además del valor de importancia relativo (VIR) por especie. Se calculó la diversidad con el índice de Shannon-Wiener. La flora está integrada por 32 familias, 89 géneros y 109 especies, las familias más importantes son: Asteraceae con 16 especies, Fabaceae (12), Euphorbiaceae (10) y Poaceae (9). Se registraron 17 especies consideradas como malezas ruderales. Se cuantificaron arbustos espinosos e inermes como: *Acacia rigidula* con 625 ind/ha, *Opuntia lindheimeri* 650 ind/ha y *Aloysia gratissima* 469 ind/ha, su densidad es mayor en áreas impactadas debido al pastoreo excesivo de ganado bovino. El estrato herbáceo está dominado por *Hilaria mutica* con dominancia relativa de 64.96% y VIR de 30.65%, la riqueza se incrementa en la época de lluvias, donde las anuales más abundantes son: *Ambrosia confertiflora*, *Aphanostephus ramosissimus* y *Ratibidaco lumnifera*. El estrato arbustivo tiene una riqueza de 33 especies, índice de diversidad 2.67 nats. Para el estrato herbáceo se registraron 55 especies y el índice de diversidad es 3.050 nats. El zacatal presenta evidencias de sobrepastoreo y puede ser invadido por malezas ruderales, y a mediano plazo ser sustituido por el matorral espinoso que crece en áreas aledañas.

Palabras clave: Florística, pastizal, riqueza de especies, vegetación

EL TRANSPLANTE GARANTIZA ESTABLECER ZACATES FORRAJEROS EN SUELOS SALINOS Y ARCILLOSOS

TRANSPLANTING SECURES ESTABLISHMENT OF FORAGE GRASSES IN SALINE AND CLAYEY SOILS

Jorge Raúl González Domínguez^{1*}, Susana Gómez Martínez¹ y Ángel López Delgado¹
UAAAN-Departamento de Fitomejoramiento. Calzada Antonio Narro 1923 Buenavista, Saltillo, Coah. Méx. C.P. 25315.*dr_jorge_gonzalez@hotmail.com

La práctica de sembrar semilla de zacates forrajeros para mejorar la productividad de los ranchos ganaderos de las zonas áridas y semiáridas, conlleva una alta probabilidad de fracaso. Estudios en el valle de San Simón en el sureste de Arizona en E. U. mostraron que la práctica funciona en solo 10% de los intentos. En el sureste de Texas la probabilidad de éxito es de 50% de acuerdo a opinión del Director de la empresa de Pogue AgriPartners Inc. de Kenedy, Texas. Comúnmente, el exceso de sales y arcilla en el suelo son problemas adicionales a la falta de humedad y a las altas temperaturas. En 2012 se produjeron en vivero, trasplantes de zacate buffel de la variedad rizomatosa Pecos obtenida por selección de una planta individual resultante del cruzamiento de material sexual con material apomíctico en el Programa de Hibridación de Zacate Buffel de la UAAAN. El 6 de octubre en el Ejido La Noria de Ramos, Arizpe, Coahuila se transplantaron en seco 1440 plantas en cuatro melgas con seis camas por melga, a razón de 60 plantas por cama de 30 metros de largo. Se probaron los tratamientos de fertilización y no fertilización durante el trasplante, usando dos camas contiguas fertilizando solo una. Se tuvieron en total 12 pares de camas y cada cama se fraccionó en tres tramos de 20 plantas para un total de 72 espacios de muestreo. La fertilización se realizó proporcionando un litro de agua por planta conteniendo dos gramos de Ferti-Drip® de fórmula 12-60-00, terminado el trasplante; una segunda fertilización se realizó tres días después de la primera. El riego de trasplante se aplicó el 12 de octubre y se aplicaron dos riegos más el 28 de octubre y el 15 de noviembre. El análisis de tres muestras de suelo, indicó un contenido menor de 1% de materia orgánica, 50% de arcilla y una conductividad eléctrica de 9.5 mmhos/cm. A los 62 días después del trasplante, los análisis estadísticos de las variables de respuesta indicaron diferencias altamente significativas o significativas a favor de la aplicación de fertilizante para la producción total de macollos, tallos vegetativos, tallos reproductivos, panículas por planta y producción de forraje peso fresco y seco. La fertilización no incrementó en forma significativa el porcentaje de establecimiento que fue de 95.6% cuando se fertilizó y 93.7% cuando no se fertilizó. Se concluye que el trasplante es un método de "siembra" altamente efectivo aún en suelos problema y que la fertilización alta en fósforo promueve mayor producción de forraje y semilla por planta en el año de establecimiento.

Palabras clave: Zonas áridas, trasplante, salinidad, zacates forrajeros, zacate buffel.

COMPORTAMIENTO DE LÍNEAS ÉLITE DE ZACATE BUFFEL EN SUELO ARCILLOSO Y SALINO DEL SURESTE DE COAHUILA

PERFORMANCE OF SELECTED LINES OF BUFFELGRASS IN A CLAYEY AND SALINE SOIL IN SOUTHEAST COAHUILA

Jorge Raúl González Domínguez^{1*}, Susana Gómez Martínez¹ y Marcos Acalco Hernández¹
UAAAN-Departamento de Fitomejoramiento. Calzada Antonio Narro 1923 Buenavista, Saltillo, Coah. Méx. C.P.
25315. *dr_jorge_gonzalez@hotmail.com

La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro desarrolló durante la última década del siglo pasado, un grupo elite de zacate buffel (GEI). Son líneas seleccionadas de crecimiento rizomatoso con mayor tolerancia a la sequía, resistentes al tizón, tolerantes a temperaturas de -10°C y con mayor producción de forraje que buffel Común. El 8 de septiembre de 2012 se transplantaron 11 materiales en el Ejido La Noria de Ramos Arizpe, Coahuila para valorar su comportamiento en un suelo pobre en materia orgánica, muy pesado (50% arcilla) y salino (conductividad eléctrica de 9.5 mmhos/cm). Líneas experimentales y testigos comerciales fueron probados en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas experimentales fueron de tres surcos con 10 plantas por surco y separación entre plantas de 50 cm. El transplante se hizo en seco aplicando a cada planta un litro de agua conteniendo en solución dos gramos de Ferti-Drip® de fórmula 12-60-00. Se aplicaron tres riegos con agua rodada en 2012 y se continuó de temporal en 2013. Tres semanas después del transplante se registraron datos de las variables de respuesta con excepción de la producción de forraje que se estimó mediante un corte realizado el 8 de diciembre. El establecimiento de las líneas fue excelente ya que de 1320 plantas transplantadas se establecieron 1286 que corresponde a 97.4% de establecimiento. Entre líneas se tuvo un rango de 92.5 a 100% de establecimiento pero no hubo diferencias significativas. Pecos, la variedad utilizada por López para probar el efecto de la fertilización con fósforo, tuvo 100% de establecimiento y el testigo Biloela estuvo en el otro extremo (92.5%). No hubo diferencias significativas entre líneas para altura de planta la cual varió de 42 a 68 cm estando entre las de menor altura el testigo buffel Común. Se encontraron diferencias altamente significativas entre líneas para la producción de panículas por planta y en la comparación de medias se formaron seis grupos. El primer grupo de medias formado por dos líneas y el testigo Biloela tuvo producción promedio de 36 panículas por planta superando al testigo común que produjo 26. Para la producción de forraje verde y seco también se encontraron diferencias altamente significativas y significativas respectivamente. En forraje seco, cinco líneas y la mezcla comercial Laredo superaron al testigo Común que tuvo la estimación más baja con 594 kg/ha. La estimación más alta fue de 5.3 veces la estimación para Común. Es posible concluir que la producción de forraje de zacate buffel en suelos salinos y arcillosos como el de La Noria puede ser rentable y sustentable cuando se dispone de líneas rizomatosas, se utiliza el transplante como método de establecimiento de las poblaciones inducidas y se proporciona nutrición inicial adecuada.

Palabras clave: Pastizales, sequía, hábito rizomatoso, transplante, producción de panículas.

HOJASÉN COMO PLANTA NODRIZA, EN LA REHABILITACIÓN DE PASTIZALES**USE OF TARBUSH (*Flourensia cernua*) AS NURSE PLANT FOR REHABILITATION OF RANGELANDS**

Luis Lauro de León González^{1*}, Miguel Mellado Bosque², Juan Ricardo Reynaga Valdés¹, Luis Pérez Romero¹, José Duñez Alanís¹ y Jesús Gilberto Coello Navarro¹

¹Departamentos de Recursos Naturales Renovables y ²Nutrición Animal, UAAAN. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coah., Méx. C.P. 25315 *lldeleong@gmail.com

Una de las causas del deterioro en pastizales ha sido la eliminación de arbustos, por ello se evaluó al hosajén, *Flourensia cernua*, como planta nodriza para rehabilitar pastizales. Se trabajó en el Rancho Los Ángeles, de la UAAAN, localizado de 25° 04' a 25° 08'N y, de 100° 58' a 101° 03'O. *Atriplex canescens*, *Atriplex numularia*, *Agave salmiana*, *Agave atrovirens*, *Prosopis glandulosa*, *Agave scabra* y *Opuntia rastrera*, se plantaron en las orientaciones: NE, SE, SO y NO, bajo el dosel de la nodriza en líneas de 10 individuos por especie y en la misma orientación. Se hicieron cuatro repeticiones. Como testigo se plantaron 10 arbustos por especie en siete líneas pero sin nodriza; a los primeros cinco de cada línea se les añadió excremento de borrego. La información se recabó en primavera, verano, otoño e invierno y los parámetros evaluados fueron: sobrevivencia, cobertura aérea, crecimiento, efecto del abono y fitomasa aérea. En los cuatro primeros usamos estadística descriptiva con el programa NCSS 6.0 para obtener medidas de tendencia central y de dispersión. La prueba de t-Student para conocer las significancias entre tratamientos, comparando cada orientación para cobertura, crecimiento y fitomasa, con el testigo; el establecimiento se evaluó con estadística no paramétrica (chi cuadrada). Para el análisis de factores se usó el programa estadístico STATISTICA 8.0.

La orientación NE presentó 1.41 veces más cobertura y 1.25 más crecimiento que el testigo y, la NE y SE fueron superiores al testigo en fitomasa en 1.68 y 1.31 veces, respectivamente. *A. atrovirens*, *O. rastrera* y *A. scabra* fueron las mejores en establecimiento y crecimiento, mientras que en fitomasa fueron *O. rastrera*, *A. atrovirens* y *A. scabra*. En la comparación de medias de las cuatro estaciones, de acuerdo a las cuatro orientaciones para todas las especies, la cobertura y el crecimiento en la NE en otoño y primavera, respectivamente, fueron las mejores. *O. rastrera* y *A. atrovirens* en otoño y verano, respectivamente, fueron las mejores en cobertura y, en crecimiento las mismas especies en primavera y otoño. *P. glandulosa* y *O. rastrera* mostraron 5 y 1.38 veces más sobrevivencia que las especies sin abono. Hubo significancia en la NO, para crecimiento en invierno y para fitomasa en otoño, en el testigo. La NE registró la mejor sobrevivencia con 42.85% y la especie mejor fue *A. atrovirens*. Concluimos que la nodriza es mejor en sobrevivencia al testigo; la NE la mejor en sobrevivencia, crecimiento, cobertura y fitomasa y; *A. atrovirens* la especie sobresaliente en estos cuatro parámetros; el efecto del abono fue mejor para los arbustos a los que se les aplicó, con *P. glandulosa* como la mejor. Palabras clave: sobrevivencia, crecimiento, cobertura, fitomasa, dosel, orientación geográfica.

Palabras clave: Hojas, planta nodriza, rehabilitación de pastizales

EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE ZACATE BUFFEL EN SUELO ARCILLOSO DEL NORTE CENTRO DE MÉXICO

ASSESSMENT OF EXPERIMENTAL BUFFELGRASS HYBRIDS IN A CLAY SOIL IN NORTHCENTRAL MEXICO

Susana Gómez Martínez¹* Jorge Raúl González Domínguez¹ y Daniel Aguilar Paulino¹

UAAAN-Departamento de Fitomejoramiento. Calzada Antonio Narro 1923 Buenavista, Saltillo, Coah. Méx. C.P. 25315.

*susana.gomez@uaaan.mx

La gramínea forrajera conocida en América Latina como zacate o pasto buffel (*Pennisetum ciliare* L.) ocupa en el mundo sobre 50 millones de ha. Este zacate está reconocido por su tolerancia a la sequía y está demostrado por su adaptación al semidesierto. La ganadería es realizada en México en 113 millones de ha; más de la mitad del territorio nacional; en el norte del país es el buffel de gran importancia en la alimentación del ganado bovino principalmente. La mayor demanda de alimentos por el crecimiento poblacional obligará a mayor aprovechamiento de suelos problema como los suelos arcillosos. En el Campo Experimental de Zaragoza, Coahuila de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), el 24 de agosto de 2012 se transplantaron 1320 plantas de zacate buffel para una investigación con 11 genotipos (variedades) en un experimento de bloques al azar con cuatro repeticiones donde las parcelas experimentales consistieron en tres surcos de 5m de largo con 10 plantas/surco. Los Profesores Investigadores del Programa de Pastos de la Universidad, han utilizado el trasplante en cientos de experimentos de campo por más de 40 años porque la técnica garantiza la obtención de información confiable al reducirse a valores aceptables el error experimental. El método tradicional de sembrar semilla botánica no resulta en el establecimiento de las poblaciones adecuadas en la mayoría de los casos. El porcentaje de establecimiento varió de 74 a 99% sin significancia de diferencias entre materiales que tuvieron en promedio 90% de establecimiento que resultó de 1186 plantas establecidas de 1360 transplantadas. Para altura de planta tampoco hubo diferencias significativas entre materiales que tuvieron desde 53 hasta 75 cm de altura. Para panículas por planta hubo diferencias altamente significativas; el material con mayor producción produjo 10 veces más panículas que el material con menos panículas producidas. Diferencias significativas y altamente significativas se encontraron para la producción de forraje peso fresco y seco respectivamente. La producción estimada de forraje verde promedio de todos los materiales fue de 3293 kg/ha. Se formaron cuatro grupos de medias y el primer grupo (de cinco medias) estuvo formado por cinco líneas experimentales. La línea más productora superó en 107% la producción del testigo buffel Común; las estimaciones fueron de 6037 y 2912 kg/ha respectivamente. La producción estimada de materia seca fue más baja pero con una tendencia similar. Hubo diferencias altamente significativas entre materiales en la sobrevivencia de plantas al invierno 2012-2013. El testigo Biloela tuvo sobrevivencia más baja con 67%; la sobrevivencia más alta se tuvo en dos líneas con 99% de plantas vivas. En conclusión varias líneas experimentales mostraron mayor potencial para producción de forraje que buffel Común.

Palabras clave: Gramíneas forrajeras, trasplante, establecimiento, producción de panículas

**PROGRAMA DE MANEJO DE PASTIZALES. RANCHO “LOS ÁNGELES”,
MUNICIPIO DE SALTILLO, COAHUILA.**

**RANGE MANAGEMENT PROGRAM.”LOS ANGELES” CATTLE RANCH, IN SOUTHERN
COAHUILA, MEXICO**

Ricardo Vásquez Aldape^{1*} y Silverio Gimer Pérez Ramirez²

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315. e-mail:rvaldape@hotmail.com

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. e-mail: texas_city@hotmail.com

Los pastizales de los ranchos/ejidos productores de ganado bovino, en el norte de México, presentan serios problemas de productividad. Procesos como pastoreo desordenado y abusivo, erosión, pérdida de biodiversidad, invasión de especies, entre otros, generan tal situación. Esta, se estima, se debe a dos factores importantes: 1. inexistencia de planes de educación continua paraprodutores privados y ejidales y, 2. Inexistencia de planes de operación de ranchos y ejidos. Naturalmente, el conocimiento relacionado con el Manejo de Pastizales formaría parte de tales planes de educación y operación, pero integrado como Programa para cumplir con los requisitos de orden, suficiencia y continuidad requeridos. Complementariamente, dicho programa estaría integrado con otros 7 programas: administración estratégica, sanidad, reproducción, nutrición, infraestructura, fauna y praderas, para alcanzar el enfoque integrador que la operación exitosa del rancho/ejido exige. Inicialmente, el “Programa” actual se evalúa y diagnostica con el método conocido como “Guía para evaluar, diagnosticar y clasificar programas de Manejo de Pastizales”. La guía contiene 50 indicadores como pasos “obligados para elaborar el programa, a la vez que las acciones y métodos necesarios para aplicarlo de manera integral y en interacción con el resto de los programas. Como método, se utilizan los criterios de la Administración Estratégica para establecer los objetivos y metas por alcanzar, en vinculación con los cuatro procesos importantes de la naturaleza: sucesión, ciclo del agua, ciclo de minerales, y flujo de energía. Para evaluar directa o indirectamente, en el campo, los parámetros que reflejen el estado de dichos procesos, se integraron diferentes métodos para, en un solo evento, obtener información que permita inventariar y evaluar un número de parámetros importantes: 1) Línea de Puntos, 2) línea de Canfield, 3) Punto Central del Cuadrante, 4) Corte directo de forraje, 5) Fisonómico estructural, 6) Fotográfico, 7) Compactómetro, 8) infiltración, 9) escurrimientos.

En julio del 2011 se determinó la ausencia de un método satisfactorio para integrar y aplicar el conocimiento del Manejo de Pastizales en el rancho “Los Ángeles”, por lo que se optó por elaborar un “Programa de Manejo de Pastizales”. -Se desarrolló una guía que evaluara, diagnosticara y clasificara el programa en aplicación. Se obtuvieron 17 de 125 puntos, se diagnosticó y clasificó como “muy pobre”. -Se establecieron objetivos y metas por alcanzar, así como acciones por ejecutar en el largo plazo. -Se elaboró el sistema de pastoreo “Baja Intensidad-Baja Frecuencia”, con períodos de pastoreo flexible de 7, o menos, a 15 días, en cada uno de los 20 potreros del rancho. -Se incorporaron nuevos conceptos para “refinar” la determinación de la capacidad de carga animal del rancho, como “área efectiva de apacentamiento” y otros. -Se determinó que la propuesta es aplicable en los ejidos productores de ganado bovino, equino, caprino y ovino. En el rancho “Los Ángeles” se cuenta con un “Programa”, como método satisfactorio para integrar el conocimiento del Manejo de Pastizales y, llegar a ser un programa “excelente”, de 125 puntos. -Se “monitorea” el pastizal en función de los objetivos y metas alcanzadas en el año. -Se cuenta con una guía de utilidad para evaluar, diagnosticar y calificar continuamente el pastizal.

Palabras clave: Programa, Manejo de Pastizales, Rancho, Ganadero Programa.

GUÍA PARA EVALUAR, DIAGNOSTICAR Y CLASIFICAR PROGRAMAS DE MANEJO DE PASTIZALES EN RANCHOS/EJIDOS GANADEROS EXTENSIVOS DE MÉXICO.

GUIDE TO EVALUATE, DIAGNOSE AND CLASSIFY RANGE MANAGEMENT PROGRAMS IN EXTENSIVE CATTLE RANCHES/EJIDOS IN MEXICO

Ricardo Vásquez Aldape^{1*} y Silverio Gimer Pérez Ramírez².

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. C.P 25315. e-mail rvaldape@hotmail.com

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. e-mail texas_city@hotmail.com.

Comúnmente, al menos en México, los especialistas en Manejo de Pastizales, y los rancheros mismos, aplican esta ciencia y arte sin una guía, protocolo convencional, o marco de referencia. Se estima que esto pasa porque el conocimiento es impartido en una diversidad de instituciones y de instructores que ofrecen cursos formales, obtenido de diferentes fuentes, formas y métodos que se apegan a la experiencia, el grado académico o la formación del profesor, del ranchero mismo, o de su administrador. Derivado de lo anterior, se estima que el conocimiento relacionado con el Manejo de Pastizales debería organizarse e impartirse apegándose a un protocolo convencional y sistemático al que se le llama “Programa de Manejo de Pastizales”. Para tales efectos, tal programa se respalda en el uso de una guía integrada por 50 indicadores para inventariar, evaluar, diagnosticar y clasificar el referido programa, el que deberá interactuar con otros 7 programas: Administración, Reproducción, Sanidad, Nutrición, Infraestructura, Fauna y Forrajes. El objetivo de este trabajo fue desarrollar y proponer un procedimiento ordenado y sistemático, o protocolo, para aplicar el Manejo de Pastizales. La presente guía, con sus 50 indicadores, criterios de evaluación y clasificación del programa, es resultado de una investigación metodológica. Se derivaron ideas de una diversidad de textos de Manejo de Pastizales, rancheros, especialistas en Manejo de Pastizales, revistas, tesis de licenciatura y postgrado, etc. Se asignaron diferentes valores en puntos (0-5), según su importancia relativa, a cada indicador., cuya suma puede caer en un rango de 0-125 puntos. Se establecieron 5 categorías de programa: Muy Pobre (0-25), Pobre (26-50), Regular (51-75), Bueno (76-100), Excelente (101-125), respectivamente. Se desarrolló una guía para evaluar, diagnosticar y clasificar el Programa “actual” (año 2011) de Manejo de Pastizales en el rancho “Los Ángeles”, el que acumuló un total de 17 puntos, de 125, por lo que se clasificó como “Muy Pobre”. Se determinó qué se está haciendo y que faltaría por hacer a lo largo del tiempo, para alcanzar los objetivos y metas establecidas, en las fechas señaladas, para llevar el programa a la categoría de excelente. De aceptarse el uso de la guía, el Manejo de Pastizales puede aplicarse, enseñarse e investigarse con el respaldo de un protocolo o procedimiento de uso convencional, en los ranchos/ejidos de México, de manera integral y sistemática, más como una ciencia que un arte y en estrecha vinculación con los programas que integran (o deberían integrar) el plan de operación de dichos ranchos y ejidos.

Palabras clave: Guía, evaluación, diagnostico, programas, manejo de pastizales, rancho.

EXPERIENCIA PRÁCTICA DE RECUPERACIÓN DE UN PASTIZAL DESÉRTICO EN EL RANCHO “LA MINA”, MUNICIPIO DE RAMOS ARIZPE, COAHUILA

PRACTICAL EXPERIENCE IN AN ARID RANGE REHABILITATION PROJECT AT “LA MINA” RANCH, RAMOS ARIZPE, COAHUILA, MEXICO

Ricardo Cristóbal de León García ^{1*} y Ricardo Vásquez Aldape ²

¹ Consultor y Administrador, rancho “La Mina”. Saltillo Coahuila. e-mail:ecosist2000@yahoo.com.

² Maestro investigador. Depto. Rec. Nat. UAAAN. Saltillo Coahuila. e-mail: rvaldape@hotmail.com

En Diciembre, 2006, se compra el predio “La Mina”, superficie de 1,000 Ha, precipitación media anual de 300 mm, en una cuenca hidrológica de lomeríos con matorral rosetófilo de lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y valles, con matorral micrófilo de gobernadora-mezquite (*Larrea tridentata* y *Prosopis glandulosa*). El suelo del valle con severa erosión en cárcavas y arroyos temporarios y condición del pastizal pobre, causada por el pastoreo continuado de bovinos, equinos, caprinos y ovinos. Objetivos: Elaborar el Plan de Operación del rancho y 2. Mejorar la productividad del pastizal. Construcción de: 1. cercos perimetrales, internos y del área de cultivo, 2. casas, almacén, caballerizas y corral de entrenamiento, 3. perforación de pozos, 4. abrevaderos, 5. instalación de pluviómetros, 6. control de arbustos y malezas, 7. establecimiento de 30 Ha de pradera, 8. rehabilitación del sistema de derivación de escurrimientos pluviales para irrigar 16Ha, 9. adquisición y acondicionamiento de maquinaria agrícola usada, 10. instalación de sistema de riego por cañones. 11. Introducción de un lote de yeguas de registro de la raza Cuarto de Milla (actualmente 70), especialidad Reinning, 12. Incorporación de 15 ovinos, 30 caprinos y 20 aves de corral. Recuperación del pastizal: 1. Planeación de proyecto de cosecha e infiltración de agua de lluvia. 2. construcción de tapones de cárcavas, con el método de “las más y las menos” (las más elevadas y las menos profundas primero y, al final, las menos elevadas y las más profundas), que en conjunto dan el aspecto de una “charola de bollos”, en el paisaje, 3. Ordenamiento del pastoreo, método “Alta Intensidad-Baja Frecuencia”, 4. Siembra de zacate bermuda gigante (*Cynodondactylon*), variedad NK-37, 5. Fertilización natural a base de estiércol de yeguas, 6. Descompactación del suelo por el pastoreo mediante un rodillo aireador y, 7. Evaluación de cambios con el método de comparación de imágenes fotográficas terrestres y de Google Earth. Pastoreo del pastizal natural: Equinos. 1. Del primer pastoreo en el pastizal natural, Noviembre 2007-Febrero 2008, a la fecha, aportando solo suplemento y sal mineralizada, las yeguas mantienen su condición corporal y se moldean bien las pezuñas por las rocas de arenisca. 2. Por comparación de fotos terrestres e imágenes Google, en el 2014 se observan cambios progresivos en cantidad y calidad de la cobertura vegetal con hierbas anuales, zacate buffel (*Pennisetum ciliare*), Zacate tres barbas anual (*Aristida adscensionis*), zacate navajita azul (*Bouteloua gracilis*), zacate barbón (*Pappophorum vaginatum*), en cárcavas, arroyos y suelo abierto 3. Los escurrimientos son progresivamente de menor volumen, velocidad y sedimentos. 4. Las paredes de cárcavas y arroyos en estabilización progresiva, 5. Se dispone de áreas con riego por bombeo para pastoreo de verano de Bermuda Gigante y otro en invierno, de zacate ryegrass anual (*Lolium multiflorum*), 6. En áreas irrigadas por escurrimientos se siembran maíz y girasol negro, del que se cosechan las inflorescencias completas, luego, el rastrojo es pastoreado en pie 7. En cuanto a la fauna, en la actualidad se tienen avistamientos frecuentes de liebre, conejo cola blanca, zorro del desierto, tortuga topo, lince, coyote, cuervos y halcones. En 8 años, con el proyecto “charola de bollos”, la recuperación de las poblaciones de fauna, la cobertura y producción de forraje del pastizal han sido favorables, 2. La erosión y los escurrimientos son progresivamente menores en velocidad, volumen y contenido de sedimentos. 3. La observación permanente y el mejoramiento continuo de los recursos del pastizal generan beneficios para la ecología del pastizal, 4. La economía del rancho es saludable, 5. La experiencia práctica pudiera servir como referencia para los ranchos y ejidos de la región.

Palabras clave: Recuperación de pastizal, desértico.

DIVERSIDAD DE SEMILLAS EN SUELO EN DOS SITIOS DE PASTIZAL EN JANOS, CHIHUAHUA

SOIL SEED DIVERSITY AT TWO GRASSLAND SITES AT JANOS, CHIHUAHUA

Otilia Rivero^{*1}, Iovanka Rosales¹, Yomira Briseño¹, Mieke Titulaer¹, Alicia Melgoza¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Pfc. Fco. R. Almada. Km 1, Chihuahua, Chih. C.P. 31453 orivero@uach.mx

Como parte de la conservación de aves granívoras migratorias del pastizal se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de evaluar la diversidad de semillas en suelo en dos sitios de pastizal. El trabajo se desarrolló en dos sitios de la Reserva Ecológica El Uno en Janos, Chihuahua. Ambos sitios presentan un pastizal mediano abierto dominado por especies de *Bouteloua* y *Aristida*. Las muestras de suelo fueron 25 en cada potrero. Cada muestra fue tomada en una superficie de 5x5cm y 2 cm de profundidad. Posteriormente se uniformizó y sólo se analizó una muestra de 2 g de suelo. La extracción de semillas se realizó utilizando dos tamices para separar semillas de más 2 mm y de 1 mm. La muestra de tierra tamizada fue revisada para extraer las semillas menos de 1 mm. Para identificar la mayor parte de las semillas se utilizaron diversos manuales. En el potrero Ratones se encontraron un total de 9869 semillas de 52 especies de plantas. La riqueza específica en este potrero con base en el índice de Margalef fue de 12.76. El índice de Simpson fue de 0.16 y el de Shannon 1.29. En el potrero Centro se encontraron un total de 11028 semillas de 32 especies de plantas. La riqueza específica en este potrero con base en el índice de Margalef fue de 7.66. El índice de Simpson fue de 0.45 y el de Shannon 2.12. La interpretación del índice de Margalef es sencilla, indica cual sitio tiene mayor número de especies. Por otro lado, los otros dos índices tienen que ver con la estructura de cómo están distribuidas las semillas en las diferentes especies. El potrero Ratones presentó una especie que representó el 60% del total de las semillas, mientras que en el potrero Centro las dos especies dominantes apenas si representaron el 40% del total de semillas. Los resultados representan la línea base para el monitoreo del contenido de semillas en suelo y su relación con la diversidad de aves migratorias.

Palabras clave: Índice de Margalef, Índice de Simpson, Índice de Shannon

DIVERSIDAD DE SEMILLAS EN TRES PASTIZALES DEL DESIERTO CHIHUAHUENSE

SEEDS DIVERSITY ON THREE GRASSLAND LOCATIONS AT THE CHIHUAHUAN DESERT

Alicia Melgoza^{*1}, Andrea Corrales¹, Adriana Martinez¹, Ana Cecilia Ramirez¹, Mieke Titulaer¹

¹Facultad de Zootecnia y Ecología, UACH. Pfc. Fco. R. Almada. Km 1, Chihuahua, Chih. C.P. 31453amelgoza@uach.mx

Un gran número de aves migratorias utilizan los pastizales del desierto Chihuahuense durante el invierno. La sobrevivencia de estas poblaciones depende en gran medida del alimento disponible en esta época. Por otra parte, los proyectos de conservación sobre algunas de estas especies con estatus tanto en EUA como en Canadá no tendrán éxito si en México no se desarrolla información sobre para asegurar la sobrevivencia de estas aves. Como parte de la conservación de aves granívoras migratorias del pastizal se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de evaluar la diversidad de semillas en suelo en tres sitios de pastizal. El presente trabajo se desarrolló en Janos (J) y Teseachi (T), Chih. y en Ocampo (O), Dgo. Todos los sitios presentan un pastizal mediano abierto dominado por especies de *Bouteloua* y *Aristida*. Las muestras de suelo fueron 50 en J, 42 en T y 31 en O. Cada muestra fue tomada en una superficie de 5x5cm y 2 cm de profundidad. Posteriormente se uniformizó y sólo se analizó una muestra de 2 g de suelo. La extracción de semillas se realizó utilizando dos tamices para separar semillas de más 2 mm y de 1 mm. La muestra de tierra tamizada fue revisada para extraer las semillas menos de 1 mm. Para identificar la mayor parte de las semillas se utilizaron diversos manuales. En J se encontraron un total de 20897 semillas de 66 especies de plantas. La riqueza específica en este portero con base en el índice de Margalef fue de 15.04. En T se encontraron un total de 8288 semillas de 57 especies de plantas. La riqueza específica con base en el índice de Margalef fue de 14.29. En O se encontraron un total de 7372 semillas de 51 especies de plantas. La riqueza específica con base en el índice de Margalef fue de 13.92. Al calcular el índice de Sorensen se encontró un valor de 0.145 entre J y T, 0.253 entre J y O y un 0.180 entre T y O. La interpretación del índice de Margalef indica cual sitio tiene mayor número de especies. Por otro lado, el índice de Sorensen representa las especies en común entre sitios. A pesar de la distancia entre J y O, existe mayor número de especies comunes entre estas localidades que con T. Esto puede ser debido a que T, a pesar de ser un pastizal mediano se ubica más al oeste que los otros dos. Los resultados obtenidos son la línea base para el monitoreo de la calidad del hábitat para aves granívoras de pastizal.

Palabras clave: Índice de Margalef, Índice de Sorensen

**MEJORAMIENTO DE PASTIZALES CON LA APICULTURA EN ENCARNACIÓN DE
DÍAZ; JALISCO, MÉXICO**

**RANGELANDS IMPROVEMENT BEEKEEPING IN ENCARNACION DE DIAZ; JALISCO,
MEXICO**

Bartolo Romo Díaz*

*Unidad de Producción Pecuaria 14-035-2427-001. Camino Real a Los Gallos # 101. C. P. 47285. Los Sauces; Encarnación de Díaz, Jalisco, México. bartolo_romo@hotmail.com

Para mejorar la diversidad biológica de los pastizales, se promueve la apicultura integrada a la ganadería en Encarnación de Díaz, Jalisco. Se formó una Asociación Ganadera Local Especializada de Apicultores, integrándola a las demás existentes y con vinculación a varias organizaciones para el progreso rural. Se logró unir a más de 70 socios, obtener el registro oficial y vincularse con los propietarios de pastizales para la producción apícola con el correspondiente mejoramiento de la biodiversidad; requiriéndose un nuevo impulso para la investigación científica al respecto.

Palabras clave: Pastizales, biodiversidad, apicultura, Jalisco.

POSIBILIDADES DEL CULTIVO DE LA *Moringa oleífera* EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA DEL NORTE DE COAHUILA

POSSIBILITIES FOR GROWING *Moringa oleifera* IN THE NORTHEAST OF COAHUILA

Jorge Raúl González Domínguez¹, Martha Gómez Martínez^{1*} y Susana Gómez Martínez¹

UAAAN-Departamento de Fitomejoramiento. Calzada Antonio Narro 1923 Buenavista, Saltillo, Coahuila México C.P. 25315*martg64@hotmail.com

En el pasado sexenio presidencial, dentro del sector agropecuario, la ganadería fue señalada como la actividad con menor contribución directa a la producción de alimentos y mayor impacto ambiental negativo, por las emisiones de gases de efecto invernadero por el ganado y la contaminación de aguas y suelo por el manejo inadecuado de residuos principalmente. Para revertir estos efectos, se ha propuesto impulsar sistemas silvopastoriles (GESOC, 2013). Por su tolerancia a la sequía y a las altas temperaturas la especie arbustiva *Moringa oleífera* pudiera ser una alternativa para la asociación con gramíneas en las zonas semiáridas para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas al cambio climático. En el Programa de Pastos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se hicieron estudios en 2014 para conocer el comportamiento de moringa en varias localidades del estado de Coahuila. La producción de material de trasplante se realizó en vivero iniciando con la siembra de semilla en el campus de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coahuila; el 8 de abril de 2014. La siembra se hizo en charolas conteniendo peatmoss como medio de germinación y crecimiento. Las charolas permanecieron 70 días en el vivero y plantas de 40-50 cm de altura fueron transplantadas el mes de junio en Zaragoza, Coahuila y en Parras de la Fuente. En Zaragoza se ensayaron tres marcos de plantación con 15, 40 y 140 plantas en parcelas de 120 m² (6 x 20m). Hubo tres repeticiones para 15 y 40 plantas por parcela y una repetición extra para 140 plantas. Plantas de zacate buffel fueron intercaladas por trasplante en las primeras dos repeticiones. De 1200 semillas sembradas, emergieron 960 plantas (80%) los primeros 12 días después de la siembra y las últimas al mes o poco después. Se establecieron 706 plantas de las 725 que fueron transplantadas el 18 de junio en Zaragoza. La gran mayoría de las 390 plantas transplantadas en las primeras dos repeticiones murieron o no se desarrollaron por daño por hormiga roja y/o competencia del zacate buffel. Las plantas de las cuatro parcelas restantes crecieron hasta fines de noviembre cuando tenían 165 días en el campo. Muy pocas plantas iniciaron la floración pero no hubo fructificación. El crecimiento del líder varió de un metro a 4.45 en 232 árboles medidos en marzo de 2015, siendo el crecimiento promedio de 2.63, 3.50 y 3.15 en las parcelas con 140, 40 y 15 plantas; la media general fue de 2.88m. Datos de 31 árboles indicaron un promedio de 3.2 brotes por árbol al día 3 de julio de 2015. Aunque preliminares, los resultados de Zaragoza permiten concluir que la especie *Moringa oleífera* ofrece posibilidades de aprovechamiento rentable como planta forrajera en el noreste Coahuilense.

Palabras clave: Germinación, plantación, crecimiento, rebrote.

PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRITIVA DE MAÍZ *Zea mays* L., BAJO CONDICIONES DE SECANO EN AGUASCALIENTES

Ernesto Flores Ancira^{1*}, Carlos Haubi Segura¹, Abraham Díaz Romo¹ y Mario Alejandro López Gutiérrez¹.

¹Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Agropecuarias. Avenida Universidad No. 940, Col. Ciudad Universitaria, C. P. 20131, Aguascalientes, Ags., México. 2INIFAP-Campo Experimental Vaquerías-CIRPAC-INIFAP. Km 8 Carretera Ojuelos-Lagos de Moreno, Jalisco. *efancira@gmail.com.

La agricultura de temporal (secano) es aquella en la que los cultivos solo reciben el agua que aportan las lluvias para su ciclo fenológico. Se aplica este término en las regiones del mundo donde la precipitación media anual es inferior a 500 mm. Las zonas áridas obtienen en promedio anual 250 mm de precipitación, mientras que las semiáridas entre 250 y 500 mm. En la agricultura de temporal los aspectos sociales y económicos relacionados con la desertificación son especialmente importantes. En Aguascalientes se siembran anualmente un promedio de 122 000 ha bajo condiciones de temporal principalmente de maíz, con resultados desastrosos al relacionar éstos con los parámetros de productividad y el efecto erosivo de las labores de cultivo (barbecho y rastreo) utilizados en la preparación de la cama de siembra necesarios para su establecimiento. Por ello, en este trabajo se planteó: 1. Determinar la producción de grano y rastrojo de maíz en dos municipios del estado de Aguascalientes (Rincón de Romos y El Llano); 2. Valorar el aporte nutrimental del suelo para el cultivo de maíz; 3. Cuantificar la calidad nutritiva del rastrojo de maíz utilizado en la alimentación animal. El trabajo inició a partir del año 2014 en tres predios de los municipios de Rincón de Romos y tres en el El Llano. Las parcelas se siembran con un maíz criollo denominado "pipitillo", cultivándose con tracción animal y estrictamente bajo condiciones de secano. La primera evaluación se realizó a fines de 2014. La cosecha de maíz se realizó manualmente por los productores logrando amontonar las plantas de maíz en monos de aproximadamente 120 plantas cada uno. De ahí, se contabilizó primero el peso de la caña de maíz con mazorca y luego posteriormente el peso de la mazorca sin olote para así obtener el peso del grano exclusivamente con la ayuda de una báscula Ohaus 200. Se colectaron tres sub-muestras por parcela (n=6), contabilizando las seis parcelas totales para el análisis del valor nutritivo del rastrojo de maíz (proteína cruda, digestibilidad in situ de la materia seca, y la fracción de fibra (neutro y ácido) detergente). Para el análisis del suelo se obtuvieron tres sub-muestras por parcela (n=6) y se determinó la textura y la fertilidad del suelo de esas áreas experimentales. La producción de grano (kg/ha) promedio para Rincón de Romos y El Llano fue de 257.6 y 299.3, mientras que el rastrojo resultó con 386.9 y 2113.3 kg de materia seca/ha para Rincón de Romos y El Llano respectivamente.

Palabras clave: Desertificación, pobreza, suelo, grano, rastrojo.

**ESTADO DE LAS POBLACIONES DEL VENADO BURA *Odocoileus hemionus* EN
CHIHUAHUA****MULE DEER STATUS IN CHIHUAHUA**

Cuauhcihuatl Vital García^{*1}, Martha Patricia Olivas Sánchez², Luvia Lacely García Acosta¹, Irma
Enríquez Anchondo¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Ciencias Veterinarias, CP 32310 AP 1729-D Cd. Juárez, Chih,

² Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de Biología CP 32310 AP 1729-D Cd. Juárez, Chih,

*cuauvital@gmail.com

La distribución del venado bura, *Odocoileus hemionus*, en el territorio mexicano se ha visto mermada en las últimas décadas, quedando restringida su presencia a los estados más norteros del país. Como respuesta a este decremento en tamaño y distribución poblacional nos hemos dado a la tarea de investigar en diversos puntos del estado de Chihuahua el estatus de las poblaciones del venado bura. Nuestro objetivo es conocer el estado actual del venado bura en Chihuahua, para poder planear estrategias de manejo que nos ayuden a asegurar su presencia en nuestra entidad. El estudio se llevó a cabo en diferentes ranchos cinegéticos, y ejidos donde se tiene registrada la presencia del bura en la parte noreste del Estado. Se realizaron censos poblacionales durante 2 años, uno en un predio dentro del municipio de Aldama, y otro más en el municipio de Villa Ahumada. Igualmente se llevó a cabo un estudio de la dieta del venado bura para poder identificar las comunidades vegetales más importantes para su sobrevivencia. Por último, reportamos nuestros resultados de un estudio de seguimiento en un proyecto de translocación del venado bura. En general nuestros resultados sugieren que las poblaciones del venado bura se encuentra dispersas en el Estado, mientras que encontramos escasas en algunas regiones, encontramos otras poblaciones robustas. Por otro lado, los estudios de dieta sugieren que las comunidades vegetales son aptas para sostener poblaciones saludables de venado bura. Finalmente el seguimiento al estudio de translocación nos sugiere que aunque las poblaciones de venado bura están sufriendo mermas en algunos lugares, las diversas técnicas de manejo de fauna silvestre son una opción para rescatar y restaurar las poblaciones de venado bura en el estado de chihuahua.

Palabras clave: translocación, censo poblacional, dieta, manejo

ESTIMACION POBLACIONAL DEL VENADO BURA (*Odocoileus hemionus* EN DOS UMAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA.

POPULATION ESTIMATION OF MULE DEER (*Odocoileus hemionus*) IN TWO CHIHUAHUA STATE UMAS.

Luvia Lacely García Acosta^{1*}, Cuauhciuatl Vital García².

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Av.Plutarco Elías Calles 1210, Col.Fovissste Chamizal, 32310 Ciudad Juárez, Chihuahua. ²Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.Av.Plutarco Elías Calles 1210, Col.Fovissste Chamizal, 32310 Ciudad Juárez, Chihuahua. *n1i4n1f1a@gmail.com.

El venado bura, mula, burro(a) *Odocoileus hemionus* crooki, es el conocido bura del desierto o en inglés “desert mule deer”. En el estado de Chihuahua existen poblaciones de estos venados que no han sido estudiadas o al menos no se han documentado estudios acerca de su biología y ecología ni a nivel local, regional o estatal. El venado bura es una de las especie del género *Odocoileus* menos estudiada, sin embargo es un animal de caza muy codiciado por todo coleccionista de animales trofeo, los manejadores de las unidades de manejo de Vida Silvestre (UMA) tienen la obligación de censar las poblaciones para conocer el estado de las mismas y tomar decisiones con base en estos números. El objetivo de este estudio es estimar la densidad poblacional del venado bura en dos UMAS ubicadas en dos municipios del estado de Chihuahua.

En la UMA Rancho Cuevitas se marcaron seis transectos lineales de 650 m cada uno, en la UMA Los Gemelos la longitud de estos transectos fue de 750 m, todos los transectos fueron ubicado, orientados y distribuidos al azar. Dentro de cada transecto se colocaron parcelas circulares con un superficie de 12.56 m², estas parcelas fueron espaciadas cada 10 m a lo largo del transecto. Se limpió toda el área que ocupó el transecto. El método que seguimos para realizar el censo de venado bura, fue a través del conteo de excretas. Los resultados los podemos apreciar en las siguientes tablas:

Tabla 1. Muestra las densidades Venado/Ha censadas en el Rancho Cuevitas

| Localidad | Fecha | Época del Censo | Densidad Venado/Ha |
|-----------|-------------------|-----------------|--------------------|
| Cuevitas | 1-junio-2012 | Primavera | 0.014 |
| Cuevitas | 2-septiembre-2012 | Verano | 0.005 |

Tabla 4. Muestra las densidades Venado/Ha censadas en el Rancho Los Gemelos

| Localidad | Fecha | Época del Censo | Densidad Venado/Ha |
|-------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Los Gemelos | 1-julio-2012 | Primavera | 0.029 |
| Los Gemelos | 2-octubre-2012 | Verano | 0.017 |
| Los Gemelos | 28-enero-2013 | O toño | 0.016 |
| Los Gemelos | 5-abril-2013 | Invierno | 0.029 |

En comparación obtuvimos en la localidad de Gemelos una densidad media de 0.022(± 0.007EE) venados/hectárea para las épocas de primavera y verano, en contraparte en la localidad de Cuevitas la densidad media fue de 0.009 venados por hectárea para las épocas de primavera y verano.

De acuerdo a los resultados de los censos para ambos ranchos, se obtuvieron en general, densidades de venados más altas en el rancho Los Gemelos en comparación con el rancho Cuevitas para épocas de primavera y verano. Para comprender mejor los resultados, la mayor densidad en un Rancho que en otro puede deberse a factores no tanto de hábitat, ni de disponibilidad de comida o disposición geográfica, pues los Ranchos a pesar que están en dos municipios distintos no quedan muy lejos, la diferencia puede deberse a aspectos de manejo de cada rancho.

Palabras clave: Conservación, manejo de fauna y hábitat, gestión animal.



VI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y el bienestar del hombre”.

RESUMENES

SERVICIOS AMBIENTALES



EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL AGUA EN LA PARTE ALTA, MEDIA Y BAJA DE LA CUENCA SACRAMENTO CHIHUAHUA, MÉXICO.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF WATER QUALITY IN THE UPPER, MIDDLE AND LOWER PART OF THE SACRAMENTO CHIHUAHUA, MEXICO BASIN.

Silvia Edith Gabaldón Márquez¹ Daniel Castillo Ochoa^{1*}

¹UACH Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico Real Almada Km1 Chihuahua, Chih., México. CP 33820

*ing.castilloo@outlook.com

El río Sacramento es uno de los principales ríos de la cuenca sacramento, que discurre por el estado de Chihuahua; La cuenca Sacramento nace en la sierra de Majalca y llega al valle, después de pasar por la localidad de Sacramento, vierte hacia el sur y entra a Chihuahua y recoge el agua de diversos arroyos. Las actividades y los asentamientos antropogénicos que se encuentran en las cercanías de los ríos y arroyos, afectan la calidad ambiental del agua. El objetivo de nuestro trabajo fue analizar la calidad ambiental del agua en la cuenca sacramento en 3 diferentes alturas, parte alta, media y baja. El estudio fue realizado en la cuenca sacramento el día 25/10/14 comenzando en el primer punto (N 28°48'19.7", W 106°27'01.3" localizado en la parte Alta de Majalca, el punto medio (N 28°50'14.5", W 106°25'20.8") que fue localizado en el ejido Peñas azules, y el tercer punto (N 28°42'54.4", W 106° 05' 03.9") localizado en la parte más baja en el río sacramento antes de llegar a la planta tratadora de agua norte de Chihuahua, con el fin de evitar que la planta tratadora interfiriera en los resultados. El material utilizado para la medición de los parámetros fue: Potenciómetro, oxímetro turbidímetro, los métodos de medición utilizados fueron los descritos en los manuales de cada equipo tomando 15 muestras de agua en un envase de plástico de 600ml por cada punto (alto, medio y bajo) de la cuenca siendo un total de 45 muestras, las variables evaluadas fueron: turbidez (ntu), temperatura(°c), pH, conductividad eléctrica (ms), oxígeno (%), TSS (mg/l) in situ. Al analizar las 45 muestras (Minitab15) de cada variable obtuvimos que el nivel de turbidez (NTU) promedio es de 2.0 es decir el agua está muy clara, el Potencial de Hidrogeno (PH) promedio es de 6.4 es decir que se encuentra dentro de los límites máximos permisibles para la cuenca Sacramento, por otra parte la conductividad eléctrica (MS) promedio es de 0.44 y el Total de sólidos suspendidos (mg/L) promedio es de 13.7 lo que indica un bajo contenido de TSS, la temperatura ambiente (C°) promedio es de 21.3 completamente estable y el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (%) promedio es de 150% esta última variable presenta un exceso nocivo del 30% de oxígeno disuelto. Los resultados del estudio revelan una uniformidad en el incremento de el porcentaje de saturación de oxígeno, la zona con mayor saturación de oxígeno es la parte baja y la que posee menor saturación es la parte alta estos niveles son nocivos para la fauna acuática.

Palabras clave: Saturación de oxígeno.- se refiere a la cantidad de oxígeno del agua en relación a la cantidad máxima de oxígeno que puede tener a la misma temperatura y presión.

Antropogénicos.- actos o actividades producidas por la acción del hombre.

Conductividad eléctrica.- puede definirse como la aptitud de ésta para transmitir la corriente

Uniformidad.- Similitud y continuidad en los elementos de un conjunto o en el desarrollo o la duración de algo.

LITERATURA CITADA

Héctor Osvaldo Rubio Arias, 2. R. (2014). Índice de calidad de agua (ICA) en la

presa la boquilla en Chihuahua, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios.

Guzmán-Colis1, E. R.-L.-N.-B.-G. (2011). Evaluación de contaminantes en agua y sedimentos del río San Pedro en el Estado de Aguascalientes. Universidad y Ciencia.

Holguín, C., Rubio, H., Olave, M., Saucedo, R., Gutiérrez, M., & Bautista, R. (2006). Calidad del agua del Río Conchos en la región de Ojinaga, Chihuahua: parámetros fisicoquímicos,. Universidad y Ciencia, 51-63.

ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN DEL ACUÍFERO BAJA BABÍCOR, CHIHUAHUA FRAGMENTATION ANALYSIS OF THE 'BAJA BABÍCOR' AQUIFER LOCATED IN CHIHUAHUA

Tanya Karina Rojo Maldonado¹, Alfredo Pinedo Álvarez¹, Jesús Alejandro Prieto Amparan^{1*},
Federico Villareal Guerrero¹, Carmelo Pinedo Álvarez¹

¹UACH- Facultad de Zootecnia y Ecología, Periférico Francisco R. Almada Km 1, Chihuahua, Chih. 31000, México.
*apinedoa@gmail.com

El acuífero Baja Babícora es un área importante de humedales y comunidades de pastizal que dan sustento a un sin número de especies vegetales y animales. En los últimos años, estas áreas han estado sujetas a una creciente presión provocada por diversas actividades de la región; agricultura, ganadería y asentamientos humanos. En este sentido, este estudio tuvo como objetivo evaluar el grado de fragmentación que ha experimentado el área en un periodo de 1995 a 2015, usando series de imágenes Landsat. Se emplearon métodos de clasificación para la obtención de las clases de usos del suelo. Se usaron métricas del paisaje, así como índices de diversidad para medir el grado de fragmentación. La clasificación supervisada definió cinco principales clases de usos del suelo; bosque, pastizal, agricultura, cuerpos de agua y asentamientos humanos. La evaluación de las clasificaciones usando el estadístico KAPPA, presentaron buen nivel de precisión (1995 = 0.85, 2006 = 0.75 y 2015 = 0.82). La tasa de cambio fue determinada durante el periodo total, así como la anual. Un conjunto de índices del paisaje con significado ecológico fueron empleados para el análisis de la dinámica espacial de 20 años. Sobre la base de los índices se reveló una tendencia de cambio en el paisaje. Las clases bosque y pastizales tendieron a disminuir al presentar las mayores tasas de cambio. De acuerdo al análisis del paisaje, el número de parches (NumP) en las clases asentamientos humanos y agricultura se incrementaron en el periodo de 1995 a 2015. En contraste, el bosque y pastizal decrecieron en el mismo periodo. El tamaño medio del parche (MPS) presentó un incremento ligero como referente de la división de algunos de los grandes parches. Por otro lado los índices a nivel de paisaje mostraron la existencia del proceso de fragmentación. El índice de Simpson reporta en 1995 un valor de 0.68 finalizando en 0.69 manifestando una mayor diversidad paisajística. En paralelo, el índice de Shannon muestra un incremento en el número de parches. Lo anterior indica el aumento de fragmentos en el tiempo y una presencia en la complejidad del ecosistema. El análisis de los procesos de fragmentación, es un elemento estratégico para establecer programas de uso y manejo sustentable de los diversos servicios ecosistémicos de la región.

Palabras clave. Cambios cobertura, series Landsat, métricas paisaje.

**PRODUCCIÓN FORRAJERA Y SERVICIOS AMBIENTALES MEJORADOS DE
HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE ZACATE BUFFEL *Pennisetum ciliare* L.
IMPROVED FORAGE PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL SERVICES OF
EXPERIMENTAL BUFFELGRASS HYBRIDS *Pennisetum ciliare* L.**

Susana Gómez Martínez^{1*}, Jorge Raúl González Domínguez¹ y Lucía Teresa Fuentes Guardiola¹

UAAAN-Departamento de Fitomejoramiento. Calzada Antonio Narro 1923 Buenavista, Saltillo, Coah. Méx. C.P. 25315.

*susana.gomez@uaaan.mx

Tradicionalmente el zacate buffel ha sido utilizado por el hombre como fuente de alimento animal en la ganadería extensiva por su adaptación a suelos marginales, humedad edáfica limitada, sobrevivencia a sequías prolongadas y multianuales, altas temperaturas, resistencia al pastoreo y pisoteo. El Programa de Mejoramiento Genético de Zacate Buffel de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), mediante cruzamiento y tres ciclos de selección desarrolló el grupo élite denominado GEII; con el propósito de conocer la variabilidad genética del grupo de híbridos experimentales apomícticos y las expectativas para desarrollar nuevas variedades mejoradas para diferentes características agronómicas, se hizo una investigación probando 27 híbridos y las variedades comerciales Común, Nueces, y Biloela como testigos. Se hizo un arreglo factorial de parcelas divididas para estudiar cuatro fechas de corte y los 30 genotipos con dos repeticiones. Cada parcela grande quedó formada por una planta de cada uno de los genotipos que constituyeron las subparcelas conteniendo cada bloque 120 plantas (30 para cada una de cuatro fechas de corte). Para mejor control del error experimental, cada planta se transplantó en una maceta de cuatro litros conteniendo grava y peatmoss, se dieron riegos uniformes así como nutrición. Los cortes fueron a los 45, 65, 85 y 105 días después del trasplante que se realizó el 12 de julio de 2012; se registraron datos sobre ocho variables de respuesta. Se encontraron diferencias altamente significativas entre cortes para siete de las ocho características estudiadas y diferencias significativas para tallos/planta; para genotipos se encontraron diferencias altamente significativas en las ocho características de estudio; la interacción fue no significativa para tallos/planta, significativas para panículas/planta y producción de forraje fresco y altamente significativas en las otras cinco características que fueron altura de planta, forraje seco, peso fresco de raíz, peso seco de raíz y peso seco total por planta. Los testigos comerciales Nueces, Común y Biloela fueron superados en producción de forraje peso seco por 27, 11 y 8 híbridos respectivamente en un rango de 2.6% hasta 92.6%. Las estimaciones de producción por ha para los híbridos fueron desde 3.880 hasta 7.280 t ha⁻¹ peso seco. En producción de biomasa radicular peso seco, Nueces, Biloela y Común fueron superados por 25, 21 y 1 híbridos del GEII. Las estimaciones para producción/ha, fueron desde 0.890 hasta 3.022 t ha⁻¹ de materia seca radicular. En conclusión, los resultados indican que dentro de GEII de zacate buffel se puede todavía seleccionar para todas las variables estudiadas y que la especie además de forraje puede ofrecer servicios ambientales como captura de CO₂ en el suelo, mejoramiento de la fertilidad y mayor protección contra la erosión. Es posible derivar variedades más productoras de semilla porque trece híbridos produjeron más panículas que Común, el testigo más productor.

Palabras clave: Erosión del suelo, captura de CO₂, materia orgánica del suelo, variabilidad genética, selección.

MINERÍA, APROVECHAMIENTO EXCLUYENTE Y DEPREDADOR DE LOS POTREROS

MINING, EXCLUSIVE USE AND PREDATOR OF RANGELANDS

Edmundo García Moya^{1*}, Angelica Romero Manzanares

¹Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo, Postgrado en Botánica, km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Mpio. Texcoco. CP 56230. Fax/Tel. (595) 9520247, edmundo@colpos.mx, dahly@colpos.mx

Con el fin de elevar el aprovechamiento de terrenos baldíos y su productividad, se modificó el Artículo 27 Constitucional en 2013- 2014 y se complementó con las leyes secundarias. Estos hechos dan vigencia a la Ley Minera estadounidense que estableció desde 1872, que la minería es el mejor uso de la tierra. Por ley, los productos minerales y energéticos son preferentes por sobre la ganadería. SEDATU indica que México tiene 196 millones de hectáreas (Mha), 100.3 Mha (51% de la superficie del país) es propiedad social, y de esa superficie, 2.5% ha transitado a propiedad privada. En archivos digitales de El Universal, se observa que México ha otorgado 32 448 concesiones mineras, lo que en superficie equivale a 36 Mha* (18.38% de la superficie total) y eso que solo 30% de la superficie ha sido explorada para aprovechamiento minero según la Secretaría de Economía, lo que significa que podría aumentar el potencial extractivo, más lo esperado que resulte del aprovechamiento de energéticos no convencionales.

¿"Minería sustentable" (Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable) o "depredadora" (Forest Peoples Programme)? La minería es insustentable porque se basa en recursos no renovables y es depredadora. Consume, deteriora y acaba tanto en forma estructural como funcional con los espacios cubiertos con vegetación natural llámense, pastizal, bosques o matorrales, sitios que proporcionan la base productiva de la ganadería. El área más afectada por la extracción minera serían los potreros de la zona seca con propiedad social, así como el área cálido-húmeda del Golfo. La destrucción implica deforestación, pérdida de biodiversidad, especies endémicas y en extinción, inclusive, reducción de espacios y áreas naturales, pérdida de paisajes y degradación por contaminación con gases y químicos en el aire, la tierra y los mantos acuíferos, causando graves daños a la salud. Se producen hundimientos, acumulación de materiales inertes, desvaloración de la tierra para otras actividades como el turismo, lo que indica exclusión y no-coexistencia de actividades. Son ejemplos los derrames de ácido usado para la explotación de cobre en Cananea Sonora, la destrucción de la reserva de la biosfera Sierra de la Laguna en BCS o el caso de la iniciativa Zacatecana para reducir 60% del territorio que próximamente sería declarado reserva de la biosfera. Por problemas como éstos, varios estados del país enfrentan movilizaciones de los pueblos en defensa de la tierra y participarán en el día mundial contra la mega minería tóxica, el 22 de julio de 2015.

Palabras clave: minería depredadora, insustentable, problemas socio-ambientales, estudios de caso.

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA DIETA DEL VENADO BURA (*Odocoileus hemionus*) EN UN ECOSISTEMA SEMIDESÉRTICO

SEASON VARIABILITY OF DE DIET OF BURA (*Odocoileus hemionus*) DEAR IN A SEMIARID ECOSYSTEM

Martha Patricia Olivas Sánchez,^{1*} Cuauhcihuatl Vital García². Juan Pedro Flores Mages.¹

¹Departamento de Ciencias Químico-Biológicas. Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

². Departamento de Ciencias Veterinarias, Instituto de Ciencias Biomédicas. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

* Anillo Envolvente del Pronaf y Estocolmo s/n. Ciudad Juárez, Chihuahua. México. C.P.32510. * polivas@uacj.mx

*Este trabajo se enfoca en la ecología nutricional del venado bura en la región central del Desierto Chihuahuense. Se determinó la variación estacional de la dieta del venado bura (*Odocoileus hemionus*) empleando el método de microhistología durante tres temporadas anuales por un periodo de dos años. Para realizar los análisis estadísticos clasificamos la vegetación en tres clases de forrajes: árboles-arbustos, pastos-hierbas y suculentas. Además evaluamos la cantidad de recurso vegetal a través de la medición del porcentaje de frecuencia vegetal empleando el método de transecto-línea. Utilizamos una prueba de análisis de varianza para comparar la variación estacional de la dieta y de la frecuencia vegetal. Los resultados sugieren una dieta de 25 especies, siendo las suculentas el forraje de mayor porcentaje para las temporadas de secas, sobretodo el género *Opuntia* (80%) y los árboles y arbustos (36%). Para la temporada de lluvias, los pastos y hierbas exhibieron los porcentajes mayores (53%), destaca la presencia de *Ditaxisserrata* (herbácea) con valores de 39%. La prueba de análisis de varianza indicó cambios significativos en la frecuencia vegetal, mostrando diferencias entre la temporada frío-seco (Diciembre a Marzo) y templado-húmedo (Julio a Noviembre) para la categoría pastos-hierbas (N= 26, F=4.917, P= 0.017). En relación a la dieta, la prueba de análisis de varianza mostró un cambio de consumo de árboles y arbustos (N=19; P=0.005) entre temporadas. Los porcentajes en la dieta fueron mayores para la temporada frío-seco (8%), respecto a la temporada templado-húmedo (2.7 %). En conclusión, encontramos una alta adaptabilidad de la dieta del venado en relación al cambio estacional en la composición vegetal. Encontramos que existen forrajes que ofrecen sustento al venado como las plantas suculentas, los árboles y los arbustos en las temporadas de estrés que son las temporadas de secas.*

Palabras claves: Chihuahua, venado bura del desierto, dieta, microhistología

VARIACION INTRAESPECÍFICA DE PELOS DE GUARDIA EN MAMÍFEROS DE SIERRA FRÍA, ZACATECAS

INTRASPECIFIC VARIATION OF GUARD HAIRS IN MAMMALS OF SIERRA FRÍA, ZACATECAS

*** Vianey Monserrat Alvarado Azpeitia, Edmundo Jacob Huerta Hernández, Marisol Blancas Mosqueda y Marisa Mercado Reyes**

Laboratorio de Biología de la Conservación, Unidad Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Zacatecas; Av. Preparatoria s/n, Colonia Agronómica, Zacatecas, Zac., C. P. 98068. * lailammr@gmail.com

La clasificación e identificación de especies de mamíferos, se ha basado principalmente en sus características morfológicas y anatómicas, el pelo es una característica que distingue a los mamíferos y se presenta en todos los grupos en alguna fase de su vida, siendo el pelo de guardia el más utilizado para el reconocimiento de especies. El presente estudio tiene como objetivo realizar una comparación entre el pelo de diferentes mamíferos que tienen su distribución natural en el área de Sierra Fría, Zac., así como la inclusión de algunas especies domésticas; para lo cual, se han analizado 27 muestras diferentes de mamíferos localizados en diferentes puntos del área de estudio, los cuales, se colectaron arrancandolos de raíz para evitar la pérdida de la porción próxima; posteriormente, se sometieron a la obtención de cutícula por medio de la impresión del pelo en portaobjetos con bálsamo de canada, y de cutícula mediante la fijación del pelo en un portaobjetos; todos estos preparados fueron analizados por medio de microscopía, y registrados para la conformación de un catálogo de identificación, por otro lado, se midieron la longitud, patrón de tonalidad, diámetro de la médula y patrón de la medula; los resultados obtenidos fueron analizados por el método no paramétrico Kruskal-Wallis para determinar la variación intraespecífica. Los resultados obtenidos indicaron que existe una diferencia entre la longitud, tamaño de médula y el patrón medular, sin embargo, no existe diferencia significativa para la tonalidad. De acuerdo a lo anterior, se concluye que las variables cualitativas pueden utilizarse para la identificación interespecífica de muestras de pelo.

Palabras clave: Identificación de pelo, medula, cutícula, patrón medular, Zacatecas.

**ANÁLISIS DE MICROSATÉLITES EN MUESTRAS FECALES DE VENADO COLA
BLANCA EN VIDA LIBRE DE ZACATECAS**

**MICROSATELLITES ANALYSIS IN FAECAL SAMPLES OF FREE RANGING WHITE
TAILED DEER OF ZACATECAS, MEXICO**

***Marisa Mercado Reyes, Yonathan Eduardo Trejo Gutiérrez, Marisol Blancas Mosqueda y
Patricio Tavizón García.**

Laboratorio de Biología de la Conservación, Unidad Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de
Zacatecas; Av. Preparatoria s/n, Colonia Agronómica, Zacatecas, Zac., C. P. 98068. * lailammr@gmail.com

La extracción indirecta de ADN (ácido desoxirribonucleico) es un método factible para desarrollar estudios genéticos en poblaciones de fauna silvestre en vida libre; los marcadores moleculares son una herramienta de importancia en los estudios de conservación y manejo de especies amenazadas o elusivas. Se realizó el análisis de ADN microsatélite en muestras fecales de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) colectadas en campo de dos Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMA) cinegéticas en el Estado de Zacatecas de los municipios de Valparaíso (Los Hornillos) y Joaquín Amaro (El Plateado) para realizar el análisis genético de las poblaciones; se realizó la colecta de muestras fecales en cada área, y la extracción de ADN mediante el uso del kit comercial (Qiagen), y la amplificación de fragmentos de ADN con la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) utilizando oligos previamente establecidos en estudios anteriores e identificados como K, BL25, BM4208. Posteriormente, se aplicó el análisis de Jaccard para determinar la similitud genética entre las muestras fecales. Se obtuvieron fragmentos amplificados para cada oligo con un tamaño de 80 a 300 pares de bases; el índice de Jaccard indicó una diferencia genética entre las poblaciones de cada UMA, también se estableció la relación genética entre hatos familiares de cada población. Se observó un índice de similitud significativo entre dos muestras de cada UMA, sugiriendo una relación genética entre ellas. El uso de marcadores moleculares en ADN de excretas colectadas en campo, es un método factible para generar información genética de poblaciones de la especie en vida libre.

Palabras clave: *Odocoileus virginianus*, ADN fecal, genética de la conservación, Zacatecas.



VI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y el bienestar del hombre”.

RESUMENES DE MANEJO DE FAUNA SILVESTRE



PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL BERRENDO (*Antilocapra americana mexicana*) EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

PROGRAM OF ACTION FOR THE CONSERVATION OF PRONGHORN (*Antilocapra americana mexicana*) IN THE STATE OF CHIHUAHUA

Alberto Lafón Terrazas¹ y Enrique Carreón Hernández^{1*}

¹Protección de la Fauna Mexicana, A.C. (Profauna). Calle 16 2604, Col. Pacífico, Chihuahua, Chih., C.P. 31030.

*ecarreondz@yahoo.com.mx.

El berrendo mexicano (*Antilocapra americana mexicana*) es una de las tres subespecies que se distribuyen en México, en el estado de Chihuahua se encuentra principalmente en pastizales naturales en cuatro zonas 1) Janos-Ascensión-Casas Grandes, 2) El Sueco (municipios de Ahumada y Chihuahua), 3) Coyame y 4) La Perla (municipios de Camargo y Julimes), con una población que fluctúa entre 350-400 individuos, aunque se estima que en realidad existen entre 700 a 800. Su abundancia y distribución se siguen viendo afectadas por la reducción y alteración del hábitat, cacería furtiva y depredación. La fragmentación del hábitat por el cambio de uso de suelo de pastizal es otra limitante, ya que registra pérdidas de cerca de 400,000 ha en los últimos años. Otros factores de riesgo son los cercos y carreteras que impiden su dispersión e intercambio genético. La especie se encuentra catalogada como en Peligro de Extinción y en la lista de especies prioritarias para la conservación. En 2012 se planteó contar con un Programa de Acción para la Conservación del Berrendo en el Estado de Chihuahua (PACE Berrendo Chihuahua 2013), el cual constituye una herramienta de planeación, que apoya acciones específicas en forma práctica y realista para un contexto regional sobre el manejo y conservación de la especie, así como la restauración de las poblaciones y su hábitat. El apoyo de los ganaderos propietarios de la tierra donde se localiza la especie, ha sido un factor muy importante, permitiendo llevar a cabo el monitoreo de las poblaciones en sus predios, así como el implementar acciones de manejo del hábitat, como el acondicionamiento de cercos ganaderos para el libre paso de los berrendos estableciendo corredores para la especie, implementación de fuentes y distribución de agua (pilas, líneas de distribución, bebederos para ganado y fauna silvestre), colocación de rampas en pilas ganaderas para evitar el ahogamiento de fauna silvestre, manejo de arbustivas, obras de conservación de suelo y agua, así como su participación en talleres sobre mejores prácticas ganaderas. En este sentido, los ganaderos han expresado que "Si se deja solo al berrendo se va a acabar", por lo que se deben unir esfuerzos y recursos para su conservación, de esta manera surge la necesidad de contar con una figura constituida legalmente para proteger al berrendo, por lo que se está constituyendo el Consejo Ganadero para el Manejo y Conservación del Berrendo en Chihuahua. Es necesario continuar con la implementación de este Programa de conservación de la especie, lo que permitiría que las acciones seleccionadas por el grupo de trabajo en coordinación con los productores, tengan mayor posibilidad de éxito en la conservación del berrendo en el estado.

Palabras clave: Ganaderos, hábitat, manejo, PACE.

PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL AGUILA REAL (*Aquila chrysaetos*) EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

PROGRAM OF ACTION FOR THE CONSERVATION OF EAGLE (*Aquila chrysaetos*) IN THE STATE OF CHIHUAHUA

Enrique Carreón Hernández^{1*} y Alberto Lafón Terrazas¹.

¹Protección de la Fauna Mexicana, A.C. (Profauna). Calle 16 2604, Col. Pacífico, Chihuahua, Chih., C.P. 31030.
*ecarreondz@yahoo.com.mx.

El Águila Real (*Aquila chrysaetos*), símbolo nacional de México, es una especie clave, que requiere de grandes espacios abiertos que le proporcionan hábitat de caza y con frecuencia cerca de acantilados que le proporcionan sitios de anidación. Es una especie indicadora de la salud del ecosistema. Se encuentra enlistada en la categoría de Amenazada según la NOM-059, así como en la lista de especies y poblaciones prioritarias para la conservación. En el estado de Chihuahua se distribuye en 13 grandes zonas de pastizales, matorrales y bosques templados, donde se han documentado desde 1996 al 2014 un total de 134 registros, se estima que existen al menos unas 23 parejas reproductoras tan solo en el noroeste y centro del estado (monitoreadas en 2013), y un mínimo de 34 nidos. Sus poblaciones enfrentan varias amenazas, como saqueo de huevos y crías para su venta, muerte accidental en líneas eléctricas, ahogamiento en pilas ganaderas; pero la principal es la modificación de su hábitat por cambio de uso de suelo a agricultura, como sucede en la región de Valles Centrales, donde desde el 2006, se han perdido 70,000 ha debido a la conversión agrícola y se estima una tasa de pérdida anual del 6%, lo que sugiere que para el año 2025 desaparezcan los pastizales en las partes bajas de esta región, lo que implicaría una grave pérdida de área no solo para las águilas reales, sino también para especies asociadas (berrendo, halcón aplomado, aves de pastizal). Las Águilas Reales por lo general tienen bajas densidades poblacionales, por lo que su conservación resulta ser más eficaz a través de un manejo adecuado de su hábitat, que por la protección de un sitio específico. Tratando de responder a estas y otras amenazas se elaboró a través de la consulta con investigadores, académicos y ganaderos propietarios de la tierra el "Programa de Acción para la Conservación del Águila Real en el Estado de Chihuahua", que tiene como Objetivo General: Recuperar y conservar las poblaciones silvestres de Águila Real y su hábitat en zonas de distribución histórica y actual de la especie en el estado de Chihuahua. El PACE Águila Real constituye una herramienta de planeación, que apoya acciones específicas en forma práctica y realista para un contexto regional sobre el manejo y conservación de la especie, considerada como icono de nuestro país; así como la restauración de las poblaciones y su hábitat. Consta de seis Estrategias de conservación (subprogramas): Protección, Manejo, Restauración, Conocimiento, Cultura y Gestión; cada una contiene diferentes componentes con objetivos, actividades y acciones específicas. Con el apoyo de ganaderos, Ong, instituciones de investigación y docencia y los tres niveles del gobierno se están implementando acciones de manejo y conservación del Águila Real en Chihuahua.

Palabras clave: Ganaderos, hábitat, manejo, PACE.

PROGRAMA DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL OSO NEGRO (*Ursus americanus*) EN LA SIERRA MADRE OCCIDENTAL E ISLAS DEL CIELO

PROGRAM OF ACTION FOR THE CONSERVATION OF BLACK BEAR (*Ursus americanus*) IN THE SIERRA MADRE OCCIDENTAL AND SKY ISLANDS

Enrique Carreón Hernández^{1*}, Alberto Lafón Terrazas¹, Christian Alejandro Delfín Alfonso² y Carlos Alberto López González³.

¹Protección de la Fauna Mexicana, A.C. (Profauna). Calle 16 2604, Col. Pacífico, Chihuahua, Chih., C.P. 31030.

*ecarreonhdz@yahoo.com.mx. ²Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. Lomas del Estadio S/N Edificio A Piso 3, Zona Universitaria, 91090 Xalapa Enríquez, Ver. ³Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de las Campanas S/N, Querétaro, Querétaro.

El oso negro americano (*Ursus americanus*) es la especie de úrsido más pequeño, abundante y ampliamente distribuido en América. En México, durante la década de los cincuenta, los osos eran comunes en la Sierra Madre Occidental (SMO) y sierras adyacentes, en los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas y Jalisco. Los osos son una especie adaptable y prosperan en diversos hábitat y clima. En el país se reconocen tres subespecies de oso negro, de la cual sólo *U. a. eremicus* que se localiza en la Sierra Madre Oriental es la única considerada como en Peligro de Extinción, las poblaciones de la Sierra del Burro en Coahuila están consideradas como en Protección Especial según la NOM-059. Las subespecies *U. a. machetes* y *U. a. amblyceps* que se distribuyen en la SMO e Islas del Cielo (IdC) no se consideran bajo alguna categoría de riesgo. En la actualidad se cuenta con más de 2,800 registros de osos en los estados de Sonora y Chihuahua, para el estado de Durango se cree que han sido extirpados localmente, ya que en los últimos años no se tiene evidencia de la presencia de la especie. Existen factores ambientales como sequías que modifican la densidad, los patrones de distribución y comportamiento, ya que la falta de alimento puede provocar alteraciones en la reproducción, depredación de osos y emigración de individuos hacia sitios con mayor disponibilidad de recursos. En este sentido, la expansión de la población de osos ha provocado conflictos con el humano, daños a propiedades y depredación de ganado, considerándose como amenaza a la actividad productiva, lo que ocasiona osos muertos por conflictos relacionados con la depredación sobre ganado. De igual manera en temporada de secas los osos pueden dañar las líneas de conducción de agua para el ganado. Se realizó consulta con expertos sobre la especie en los estados de Chihuahua, Sonora, Durango y Zacatecas, para la elaboración del "PACE Oso Negro en la Sierra Madre Occidental e Islas del Cielo", que tiene como Objetivo General: Identificar, diseñar e implementar acciones de estudio, conservación y manejo de las poblaciones del oso negro y su hábitat de distribución, que deriven en la generación de información así como en la recuperación de la especie. El PACE consta de seis Estrategias de conservación (subprogramas): Protección, Manejo, Restauración, Conocimiento, Cultura y Gestión; cada una contiene diferentes componentes con objetivos, actividades y acciones específicas. Este Programa constituye una herramienta de planeación, que apoya acciones específicas en forma práctica y realista para un contexto regional sobre el manejo y la conservación de la especie, así como de la restauración de sus poblaciones y su hábitat, con la colaboración de los ganaderos propietarios de la tierra.

Palabras clave: Ganaderos, hábitat, manejo, PACE. Mesa Temática: Manejo de Fauna Silvestre

**ECOLOGÍA DEL OSO AMERICANO NEGRO EN EL NOROESTE DEL PARQUE
NACIONAL CUMBRES DE MONTERREY, NL.**

**ECOLOGY OF THE BLACK AMERICAN BEAR IN THE NORTHWEST OF THE
NATIONAL PARK CUMBRES DE MONTERREY, NL.**

Mercedes Alejandra Salinas Camarena^{1*}, Rogelio Carrera Treviño¹.

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León. Campus Ciencias Agropecuarias.
Francisco Villa s/n C.P. 66050; Col. Ex-hacienda "El Canadá", Escobedo, Nuevo León

*alesalinas.camarena@gmail.com

El oso negro es una especie emblemática en los ecosistemas donde habita, ya que además de encontrarse al final de la cadena alimenticia, puede usarse como especie clave para conocer el estado de salud de dichos ecosistemas. Los trabajos referentes a esta especie, son escasos o nulos en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, de ahí la necesidad de recabar información que permitan ayudar en los esfuerzos de conservación de la especie. Los objetivos de este trabajo consistieron en conocer la abundancia relativa, patrones de actividad y uso de hábitat del oso negro de acuerdo a su proporción, en dos ejidos, al noroeste del PNCM, a través de un muestreo sistemático con cámaras de fototrampeo, las cuales se colocaron en el verano-otoño 2013, verano-invierno 2014 e invierno-verano 2015. Como resultados preliminares se analizó la información proveniente de 49 estaciones, a través de un programa computacional, donde se obtuvieron 176 registros independientes de oso negro de 2,320 registros independientes de los carnívoros presentes en el área de estudio; Respecto a los hábitats que utiliza el oso negro, se encontró que el bosque de pino y bosque de encino son hábitats sobre utilizados, mientras que el matorral submontano y el bosque mixto de pino-encino, se utilizaron menos de lo que se esperaba; y que las actividades realizadas por el oso negro son principalmente durante las horas crepusculares.

Palabras clave: Abundancia relativa, Uso de hábitats, patrones de actividad, fototrampeo.



VI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y el bienestar del hombre”.

RESUMENES

PRODUCCIÓN ANIMAL EN AGOSTADEROS Y PRADERAS



RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL PASTO TOLEDO *Urochloa brizantha* (CIAT 26110) A DIFERENTES FRECUENCIAS DE CORTE

HERBAGE YIELD AND QUALITY OF TOLEDOGRASS *Urochloa brizantha* (CIAT 26110) AT DIFFERENT CUTTING FREQUENCIES

Joel Ventura Ríos^{*1}, Mario Alberto Santiago Ortega¹, Alfonso Hernández Garay¹, Adrián Raymundo Quero Carrillo¹, Iván Reyes Vázquez¹, Adelaido Rafael Rojas García¹, Enríquez Quiroz Javier Francisco²

1Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Ganadería, Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. México. 2Campo Experimental, La Posta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Paso del toro, Veracruz, México. *joelventur@gmail.com

El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento de biomasa y calidad del pasto *Urochloabrizantha* (CIAT 26110) cv. Toledo, a diferentes frecuencias de corte. Se evaluaron 4 frecuencias de corte (30, 60, 90 y 120 días). El experimento se llevó a cabo en Isla, Veracruz, Méx. Se estableció en parcelas de 5 m x 16 m, con tres repeticiones y se muestreo durante un año. Se aplicó una dosis de fertilizante de 120-80-00 kg ha⁻¹ de N y P₂O₅ dividida en dos aplicaciones (43 y 112 dds). La materia seca (MS) se determinó en una estufa de aire forzado a 55 °C. Las muestras fueron molidas en un molino Wiley® y tamizadas, para después determinar el contenido de MS total a 105 °C por 12 h y expresar el contenido de nutrientes en base seca (% de MS). Después las muestras se incineraron durante 2 h a 600 °C para obtener el contenido de cenizas. La concentración de proteína cruda (PC) se midió por el método Kjeldahl (AOAC, 1990). Las concentraciones de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991) y de lignina (Goering y Van Soest, 1970). La hemicelulosa (HC) y celulosa (CL) se calcularon mediante la diferencia entre FDN y FDA, y entre FDA y lignina, respectivamente. Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de nutrición animal del Colegio de Postgraduados. La mayor producción de materia seca anual se dio en el corte al día 120 (20.7 t ha⁻¹), el cual fue diferente ($p < 0.05$) a las demás frecuencias de corte. El contenido de MS fue similar entre cortes ($p > 0.05$) y en promedio fue de 92 %. El máximo contenido de PC y cenizas se presentó en el corte al día 30 el cual fue diferente ($p < 0.05$) a los demás cortes (8 % y 9.6 %) respectivamente. No hubo efecto de corte sobre el contenido de FDN ($p > 0.05$) que en promedio presentó 60.2 %. El mayor contenido de FDA se registró en los días 90 y 120 y fueron diferentes ($p < 0.05$) a los demás cortes (45.7% y 44.9 %) respectivamente. No hubo efecto de corte sobre el contenido de lignina ($p > 0.05$) que en promedio presentó 4.6 %. El mayor contenido de CL se dio en el corte al día 90 y 120 que fueron diferentes ($p < 0.05$) a los demás cortes (41.1% y 40.7 %) respectivamente, sin embargo, el contenido de HC no fue modificado ($p > 0.05$). El rendimiento de materia seca se incrementa linealmente a medida que la planta avanza en su desarrollo fisiológico; **mientras que el contenido de proteína cruda y cenizas disminuye, afectando su calidad nutricional.**

Palabras clave: *Urochloabrizantha*, rendimiento, calidad, frecuencia.

COMPORTAMIENTO EN PASTOREO DE VAQUILLAS ANGUS X CRIOLLO RARAMURI

GRAZING BEHAVIOUR OF ANGUS X CRIOLLO RARAMURI HEIFERS

Sigifredo Marrufo-Marrufo., Daniel Oswaldo Molina-Rodríguez, Agustín Corral Luna, Felipe

Alonso Rodríguez Almeida, José Octavio Roacho-Estrada, e Iván Adrián García-Galicia*.

Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Fco. R. Almada km. 1, Chihuahua, Chih. C.P. 31453. *igarciag@uach.mx.

En la búsqueda de alternativas para una producción animal eficiente, las características de pastoreo de razas rústicas han sido consideradas deseables tanto ecológica como adaptativamente. La raza Criollo Rarámuri (Chihuahuense) ha demostrado la capacidad de adaptarse a pastorear en regiones áridas, recorriendo mayores distancias, alejándose más de la fuente de agua, diversificando su dieta y presentando menores requerimientos nutricionales que las razas especializadas de carne. Sin embargo, en el mercado local de carne las características fenotípicas del ganado Criollo aún enfrentan el rechazo basado en prejuicios. La posibilidad de que una cruce de Criollo con una raza especializada como Angus pudiera ofrecer mejores características fenotípicas y de calidad de la carne, tenía que ser también soportada por presentar características rústicas de comportamiento en pastoreo. Se evaluó el comportamiento en pastoreo de 18 vaquillas (6 Criollas, 6 Angus y 6 Angus x Criollo, AxC), en términos del tiempo realizando cuatro actividades básicas; caminando exclusivamente, echadas (rumiando), pastoreando (comiendo sin importar el desplazamiento) y paradas sin comer. Los animales estaban adaptados a la aproximación humana. Un estudiante (5 metros de distancia) anotaba cada minuto la actividad que realizaban, y cada 10 minutos su localización geográfica con la ayuda de un GPS portátil. Los monitoreos se llevaron a cabo durante seis días (11 h de luz natural de 06:00-17:00) completos del Otoño (alta disponibilidad de forraje) y seis días completos de invierno (baja disponibilidad de forraje). En otoño, las vaquillas AxC, emplearon más tiempo para pastorear que las Criollas y las Angus (57.1 vs. 54.6 y 49.1%, $p < 0.001$), pero también descansaron menos que los otros dos grupos raciales (26.5 vs. 29 y 35.8 %, $p < 0.001$). En invierno, las vaquillas AxC y Criollo, pasaron más tiempo pastoreando que las vaquillas Angus (40.4 y 39.2 vs. 34.7%), pero al igual que las Angus descansan más que las Criollas (32.6, 35.5 vs. 29.3). Se observó que durante el invierno los animales pastorean menos tiempo y descansan más, además de que pasan más del doble de tiempo paradas que durante el otoño (21.3 vs. 9.1%). En ambos periodos, las actividades caminando y parado, son similares entre grupos. Las vaquillas Angus, recorrieron en promedio 272 m/d menos que las AxC y 550 m/d menos que las Criollo puras. Se concluye que en términos de actividades en pastoreo, las vaquillas Angus x Criollo presentan similitudes a las características deseadas de rusticidad de las Criollas puras, pastoreando por más tiempo, recorriendo mayores distancias y descansando menos que las vaquillas de raza Europea puras.

**CRECIMIENTO E INCREMENTO DEL ÁREA DE GOTEO DE *Melia azedarach* L.,
COMO ALTERNATIVA PARA SISTEMA SILVOPASTORIL**
**GROWTH AND INCREASE OF THE DRIP AREA OF *Melia azedarach* L., AS AN
ALTERNATIVE FOR SILVOPASTORAL SYSTEM**

Francisco Santiago-Hernández^{1*}, Mauricio Velázquez Martínez¹ y Jesús Jarillo Rodríguez²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste, Campo Experimental San Luis, Carretera San Luis- Matehuala km. 14.5, Ejido Palma de la Cruz, Soledad de Graciano Sánchez, C. P. 78431, San Luis Potosí, S.L.P.

*(frasaher_24jul@hotmail.com). ²Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Apartado Postal 136, C.P. 93600, Martínez de la Torre, Veracruz, México.

Con el objetivo de determinar la tasa de crecimiento y el incremento del área de goteo de una plantación de piocho (*Melia azedarach*) de dos años de edad y su efecto sobre la calidad de los pastos. El sitio de estudio está localizado en Tlapacoyan, Veracruz en los 19° 58' 97'' N y 97° 13' 61'' O a 847 msnm, con temperatura media anual de 18 °C y precipitación media anual de 2,000 mm. Las mediciones se realizaron de septiembre 2011 a marzo de 2012 y la evaluación de los pastos en época de lluvias (2013) y nortes (2014). Para estimar el área de goteo, se utilizó un flexómetro y una plomada. Se eligió la rama más larga perpendicular al fuste del árbol en los cuatro puntos cardinales y se dejó caer la plomada al suelo, para posteriormente con el flexómetro medir de la base del árbol al punto de la plomada. La medición de altura de los árboles se realizó utilizando un longímetro apoyado de un estadal, se colocó el estadal a un costado del árbol y se midió desde la parte superior del árbol hasta su base (Jiménez et al., 2002), para el análisis del pasto se cosecharon tres muestras de 1 m². En época de lluvias (septiembre, octubre y noviembre), el área de goteo tuvo un área promedio de 663 cm², mientras que en época de nortes (diciembre, enero, febrero y marzo) el área promedio de goteo fue de 533 cm², esta diferencia es debido a factores ambientales, tales como vientos, bajas temperaturas y poca radiación solar a causa de la nubosidad. La altura de los árboles en época de lluvias fue de 425 cm, y en época de nortes fue de 461 cm. El índice de área foliar (IAF) del dosel arbóreo fue de 0.35 ± 0.18 m² m⁻² y 0.32 ± 0.08 m² m⁻², que representa la cantidad de superficie foliar soportada (m²) por una determinada superficie de terreno (m⁻²), siendo la época de nortes cuando hubo menor cobertura arbórea. Bajo la sombra de *M. azedarach* la calidad nutritiva de los pastos del género *Urochloa* y *Megathyrus* mejoran. El contenido de proteína cruda fue de 16.8±2.1% (P<0.05), fibra detergente ácida 30.0±6.7% y fibra detergente neutra 46.3±23%, siendo más digestibles 65.7% (P<0.05). El árbol *M. azedarach* es una buena opción para establecimientos con fines de uso comercial ya que su crecimiento es rápido y de área de goteo pequeño, siendo viable para uso en sistemas silvopastoriles, mejorando la calidad nutritiva de los pastos.

Palabras claves: Altura, calidad nutritiva, cobertura arbórea, Agroforestería. Área Temática: Servicios Ambientales.

PLAN DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE LOS PASTIZALES DEL ESTADO DE COAHUILA

ACTION PLAN FOR THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF GRASSLANDS OF COAHUILA

Alberto Lafón Terrazas¹, Enrique Carreón Hernández^{1*} y Carlos Enrique Aguirre Calderón²

¹Protección de la Fauna Mexicana, A.C. (Profauna). Calle 16 2604, Col. Pacífico, Chihuahua, Chih., C.P. 31030.
*ecarreonhdz@yahoo.com.mx. ²Instituto Tecnológico de El Salto, Durango. Mesa del Tecnológico SN, Forestal, C.P. 34942 El Salto, Dgo.

Coahuila se encuentra dentro de la Ecoregión Desierto Chihuahuense, una de las más vulnerables ante el cambio climático, cuyos pastizales contribuyen al almacén y captura de carbono ayudando a mitigar el calentamiento global, con una superficie de 755,229 ha (pastizal natural 447,711 ha, 298,413 ha de pastizal halófilo y 9,105 ha de pastizal gipsófilo), casi el 5 % de la superficie del estado, proveen productos, servicios y valores, recarga de acuíferos, mantienen y aumentan la fertilidad del suelo, protegen al suelo de la erosión eólica e hídrica, son hábitat de especies de fauna silvestre en peligro de extinción y de aves de pastizal que pasan el invierno en ellos. En este sentido el “*Plan de Acción para la Conservación y Uso Sostenible de los Pastizales del Estado de Coahuila*”, busca promover el desarrollo sostenible de este ecosistema, su funcionalidad a largo plazo, a través de medidas de conservación, recuperación y rehabilitación, educación y transferencia de tecnología. Así como la promoción de investigación y desarrollo tecnológico, considerando factores ambientales, sociales y económicos de este ecosistema y normas que regulen su uso y conservación. Las acciones recomendadas se centran en cinco rubros, Manejo y uso de la tierra, Conservación de recursos naturales, Educación, capacitación y difusión, Investigación y Marco legal e institucional. Los Objetivos se centran en 1)Aplicar sistemas de producción sostenible tomando en consideración aspectos económicos, sociales y ambientales, 2)Asegurar la funcionalidad a largo plazo de los ecosistemas de pastizal, adoptando medidas de conservación, uso sostenible, recuperación y rehabilitación de las especies y su hábitat, 3)Fortalecer la educación y transferencia de tecnología para promover el uso sostenible y conservación de los pastizales en el estado, 4)Promover investigación básica, aplicada y desarrollo tecnológico, considerando los factores ambientales, sociales y económicos de los pastizales para asegurar su manejo sostenible, y 5)Propiciar reglamentos, leyes y políticas municipales, estatales y federales que regulen y normen el uso y conservación de los pastizales, así como promover un programa rector de incentivos que apoye los esfuerzos de conservación y uso sostenible de los pastizales. Este Plan reconoce que todos los esfuerzos de conservación de pastizales en el estado son importantes. Se sugiere la participación de iniciativas ganaderas ya organizadas y comprometidas con conservación del pastizal, con la finalidad de identificar experiencias exitosas del punto de vista de la sostenibilidad, que podrán servir como modelos para otros ganaderos. Igualmente, debido al interés Trinacional, se sugiere brindar especial atención a iniciativas ubicadas en las Áreas Prioritarias para la Conservación de Pastizales.

Palabras clave: Ganaderos, hábitat, manejo, sostenible.

PROPAGACIÓN DE CHAMIZO (*Atriplex canescens*) BAJO CONDICIONES DE VIVERO EN LA COMARCA LAGUNERA
CHAMIZO SPREAD (*ATRIPLEX CANESCENS*) UNDER NURSERY CONDITIONS IN THE COMARCA LAGUNERA

*Gerardo García Espino y Ricardo Barrera Tovar

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental La Laguna.
Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros, Coahuila (México).

*garcia.espino@inifap.gob.mx

El presente trabajo describe, en forma sencilla, la metodología para producir en vivero plantas de chamizo de calidad tanto en bolsa como en contenedores de poliestireno de 77 cavidades. La colecta de la semilla debe de iniciar una vez que la semilla ya está madura fisiológicamente. La época de siembra en almácigo bajo las condiciones climáticas de la Laguna puede iniciar a partir de marzo. Antes de la siembra la simiente debe ser despojada de las alas o brácteas. Posteriormente se debe remojar de 24 a 72 horas. Después se escurre y se deja orear durante media hora. La siembra se realiza al voleo. Después se cubre con plástico negro. El trasplante a las bolsas de polietileno negro se realiza cuando las plantas alcanzan un promedio de 8 cm. Para introducir la planta se hace un orificio en el centro de la maceta. El diámetro y profundidad depende del tamaño y grosor de la raíz. En la producción de planta en contenedores de poliestireno de 77 cavidades los contenedores son llenados con mezcla humedecida de peat most, perlita y vermiculita. Se hace un hoyo de un cm de diámetro por 1.5 cm de profundidad donde se depositan de ocho a 10 semillas. Cuando se observe que las plántulas empiezan a emerger se extienden los contenedores. Posteriormente el riego deberá ser a diario durante dos semanas y después cada tercer día, hasta que tengan una altura de treinta a cuarenta centímetros y estén listas para su trasplante.

Palabras clave: costilla de vaca, forraje, producción, nutrición.

**PRODUCCIÓN DE *Leucaena lucocephala* (GUAJE) BAJO
CONDICIONES DE VIVERO
PRODUCTION OF LEUCAENA LEUCOCEPHALA (GUAJE) UNDER
NURSERY CONDITIONS**

***Gerardo García Espino y Ricardo Barrera Tovar**

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila (México).
*garcia.espino@inifap.gob.mx

En el presente trabajo se describe en forma sencilla la metodología para producir en vivero plantas de leucaena de calidad tanto en bolsa como en contenedor de poliestireno de 77 cavidades. El sustrato que se utiliza para el llenado de las bolsas puede ser de "islas de fertilidad" de mezquite. Para desinfectar el sustrato se utiliza Bromuro de metilo. El llenado de las bolsas se debe hacer pocos días antes de la siembra. Dichas bolsas deberán ser acomodadas en el piso del vivero sobre una cubierta sintética o "cover". La colecta de la semilla se debe de iniciar una vez que ya está madura fisiológicamente. La época de siembra se puede realizar a partir de marzo. Se recomienda escarificar la semilla antes de la siembra. Para la siembra se hace un hoyo de un cm de diámetro por dos cm de profundidad y se depositan dos semillas. Dos días previos a la siembra las bolsas o macetas deberán regarse a saturación. A partir del riego después de la siembra estos deberán ser a diario durante dos semanas y después cada tercer día, hasta que alcancen una altura de 30 a 40 cm para el trasplante. Los contenedores de poliestireno de 77 cavidades se llenan con peat most, perlita y vermiculita agregándole fertilizante multicote. Posteriormente se depositan de dos a tres semillas. De cuatro a seis días después cuando las plántulas empiezan a emerger los contenedores se extienden y son asperjados con Previcur y se llevan a las mesas del vivero hasta su trasplante.

Palabras clave: propagación, forraje, nutrición, sustrato.

ESTABLECIMIENTO DE ZACATE BUFFEL (*Cenchrus ciliaris* L.) EN CURVAS A NIVEL Y EN MATORRALES MICRÓFILOS
ESTABLISHMENT OF BUFFEL GRASS (*CENCHRUS CILIARIS* L.) IN CONTOUR LINES AND BUSHES MICROPHYLOUS

*Gerardo García Espino y Ricardo Barrera Tovar

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdez No. 1200, Matamoros Coahuila (México).

*garcia.espino@inifap.gob.mx

El presente trabajo tuvo como objetivo transferir dicha tecnología a ganaderos bovinos y caprinos de Coahuila cuyos agostaderos se encuentran sumamente deteriorados y requieren, de alguna forma, la aplicación de obras de rehabilitación. Para la selección del terreno se deberán buscar sitios de agostadero de matorral micrófilo inerte dominados por gobernadora y hojaseñ principalmente, y cuya densidad permita el paso de maquinaria agrícola. Se recomienda que se realicen las siguientes labores culturales como: trazo de curvas a nivel, bordeo y subsoleo. La siembra deberá realizarse antes del inicio de la temporada de lluvias, con la finalidad de aprovechar todas las precipitaciones. Se recomienda sembrar de 8 a 10 kg de semilla por ha. La siembra se hace al voleo, procurando que la semilla quede bien distribuida y no existan espacios sin sembrar. Algunas de las variedades de zacate Buffel que han mostrado adaptación en la región son: Común, Laredo y T-4464. Para lograr la transferencia de la tecnología se establecieron parcelas demostrativas, se dieron cursos de capacitación, conferencias y días demostrativos. Se establecieron con productores cooperantes en los ejidos La Ventana, municipio de Viesca, Coah., Flor de Mayo, Municipio de Matamoros, Coah. y en La Crisis, Municipio de San Pedro, Coah. Cada parcela fue de 5 hectáreas. Se realizó un curso de capacitación de la tecnología a transferir. Durante el desarrollo del XI Día del Caprinocultor celebrado en las instalaciones del Campo experimental La Laguna, se impartió la conferencia: Tecnologías para la rehabilitación de agostaderos de Coahuila, con la asistencia de 235 personas.

Palabras clave: forraje, agostaderos, matorral, producción.

COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA DE *Melinis repens* (Willd.) Zizka EN UN PASTIZAL MEDIANO ABIERTO DE DURANGO, MÉXICO
MORPHOLOGICAL COMPOSITION OF *Melinis repens* (Willd.) Zizka IN A SHORT GRASS RANGE OF DURANGO, MÉXICO.

Juan Fernando Sánchez Arroyo^{1*}, Francisco Oscar Carrete Carreón¹, Manuel Murillo Ortiz¹

¹UJED-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Durango-El Mezquital km 11.5 Durango, Dgo. Méx. C. P. 34170
C. P. 34170. *fsanchezamx@yahoo.com

Una consecuencia del mal manejo de los agostaderos, es la presencia de plantas exóticas o invasoras, estas han desplazado a las nativas forrajeras de buena calidad, formando así poblaciones mono específicas en muchos de los paisajes de las zonas áridas y semi-áridas, alterando la biodiversidad y el equilibrio ecológico (ECOPAD, 2007). Una de estas especies es el zacate rosado (*Melinis repens* (Willd.) Zizka), el cual es originario del sur de África (Bogdan, 1997), y en México se encuentra ampliamente distribuido en varios estados independientemente de la latitud, altitud, precipitación pluvial y suelos (Dávila *et al.* 2006). Con objeto de determinar la calidad forrajera del pasto rosado con base en sus componentes morfológicos, este estudio se desarrolló en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UJED. Se utilizaron 10 plantas en floración colectadas al azar en el mes de agosto del año 2014 en las inmediaciones de la presa “Peña del Águila”, sitio que corresponde a un pastizal mediano abierto. El área se encuentra a una altitud de 1890 msnm; se localiza a 24°12' 3" de latitud Norte y a 104° 40' 41" de longitud Oeste. Las plantas colectadas se desintegraron de acuerdo a sus componentes morfológicos y se secaron en una estufa a 55 °C durante 48 horas. Se determinó el peso seco y se pesaron cada uno de sus componentes. Los resultados indican que de los 24.44 g de materia seca de la planta completa, el 27.85 % corresponde a la raíz (ésta se pesó conjuntamente con la corona); el 17.74 % al tallo; el 12.31 % al embuche, el 11.84 % a la inflorescencia (considerada desde el último nudo); el 10.49 % corresponde a la vaina y el 4.16 % corresponde a la hoja y el 15.62, correspondió a material muerto. Los datos anteriores explican la rusticidad y el bajo valor nutricional de esta especie, esto es porque el alto porcentaje del peso de la raíz favorece al gran poder de adaptabilidad y soporte de la sequía y la posibilidad de establecerse en sitios con muy poco suelo incluso en las grietas de las rocas o en las fisuras de los pisos de concreto; además, el porcentaje tan bajo de hoja demuestra la pobreza de su valor forrajero ya que es precisamente este componente morfológico el que le da la calidad a los pastos, ya que se entiende que a mayor cantidad de hoja, el pasto es mejor y viceversa, asimismo, se considera que el porcentaje de material muerto en plena época de lluvias, es muy alto. Se concluye que con base en las proporciones de los componentes morfológicos de la especie, el pasto rosado es de mala calidad forrajera.

Palabras clave: morfología de planta valor forrajero

ÍNDICE POR AUTORES

| | | | | | |
|-----------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|---|-----|
| A. Muro-Reyes | 371 | Alfonso Hernández Garay | 121 | Carlos Lara Macías | 79 |
| Aarón González | 67 | Alfonso Hernández Garay | 313 | Carlos Morales Nieto | 342 |
| Abraham Díaz Romo | 478 | Alfonso Hernández Garay | 348 | Carlos R. Morales Nieto | 254 |
| Adelaido Rafael Rojas García | 495 | Alfonso Hernández Garay | 386 | Carlos R. Morales Nieto | 95 |
| Adelaido Rafael Rojas García | 465 | Alfonso Hernández Garay | 465 | Carlos Raúl Morales Nieto | 90 |
| Adelaido Rafael Rojas García | 313 | Alfonso Hernández Garay | 495 | Carlos Raúl Morales Nieto | 330 |
| Adelaido Rafael Rojas García | 424 | Alfredo Arellano Cueto*. A | 395 | Carlos Raúl Morales Nieto | 336 |
| Adelaido Rafael Rojas García* | 27 | Alfredo Arellano Cueto. | 163 | Carlos Raúl Morales Nieto* | 73 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo | 348 | Alfredo Pinedo A. | 221 | Carlos Raúl Morales Nieto* | 79 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo | 465 | Alfredo Pinedo Álvarez | 483 | Carlos Raúl Morales Nieto* | 84 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo | 495 | Alicia Juárez* | 67 | Carlos Raúl Morales Nieto* | 243 |
| Adrián Hernández-Livera | 318 | Alicia Melgoza Castillo | 67 | Carlos René Lara Macías | 32 |
| Adrián R. Quero Carrillo | 41 | Alicia Melgoza Castillo | 474 | Carlos Sifuentes Lugo | 265 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo | 152 | Alicia Melgoza Castillo | 32 | Carlos Virgilio Favela-Pérez | 325 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo | 209 | Alicia Melgoza Castillo | 73 | Carmelo Pinedo | 67 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo | 386 | Alicia Melgoza Castillo | 199 | Carmelo Pinedo A. | 221 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo | 391 | Alicia Melgoza Castillo | 259 | Carmelo Pinedo Álvarez | 342 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo | 2 | Alicia Melgoza Castillo | 342 | Carmelo Pinedo Álvarez | 483 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo | 163 | Alicia Melgoza Castillo | 79 | Carmen E. Pinzón Díaz | 444 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo | 395 | Alicia Melgoza Castillo. | 90 | Cayetano Navarrete Molina | 276 |
| Adrián Raymundo Quero Carrillo* | 204 | Alicia Melgoza* | 475 | Cayetano Navarrete Molina | 282 |
| Adrián Raymundo Quero-Carrillo | 21 | Alicia Melgoza-Castillo | 46 | César F. Galindo Villanueva | 62 |
| Adrián Raymundo Quero-Carrillo | 136 | Álvaro Bernal-Flores* | 131 | Christian Alejandro Delfín Alfonso | 492 |
| Adriana Martínez | 475 | Álvaro Bernal-Flores* | 136 | Claudia Yanet Wilson García* | 313 |
| Adrián-Raymundo Quero-Carrillo | 318 | Ana Azucena Flores Martínez | 382 | COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS | 227 |
| Agustín Corral Luna | 496 | Ana Cecilia Ramirez | 475 | Christian Eduardo Álvarez Enriquez | 53 |
| Alan Álvarez Holguín | 84 | Anabel Romero Dávila | 101 | Cristina Elizabeth Vélez Sánchez- Verin | 330 |
| Alan Álvarez Holguín | 73 | Anabel Romero Dávila | 142 | Cuauhcuatl Vital García. | 480 |
| Alberto Lafón Terrazas | 492 | Andrea Corrales | 475 | Cuauhcuatl Vital García* | 479 |
| Alberto Lafón Terrazas | 498 | Andrés G. Limas Martínez | 424 | Cuauhcuatl Vital García* | 486 |
| Alberto Lafón Terrazas | 490 | Ángel López Delgado | 467 | Cynthia Adriana Nava Berumen* | 376 |
| Alberto Lafón Terrazas. | 491 | Angélica Cervantes Trejo | 194 | Cynthia Adriana Nava Berumen* | 454 |
| Alberto Macías Duarte | 259 | Angélica Romero Manzanares | 485 | D. García-Cervantes | 371 |
| Alberto Muro Reyes | 449 | Arvind O. Panjabi | 259 | Daniel Aguilar Paulino | 470 |
| Alberto Muro-Reyes | 325 | Bartolo Romo Díaz* | 476 | Daniel Castillo Ochoa* | 482 |
| Alberto Muro-Reyes | 400 | Benigno EstradaDrouaillet | 424 | Daniel Martínez Méndez | 106 |
| Alberto Muro-Reyes | 414 | Bertin Maurilio Joaquín Torres | 27 | Daniel Martínez Méndez | 313 |
| Alberto Muro-Reyes | 419 | Bertín Maurilio Joaquín Torres | 424 | Daniel Oswaldo Molina-Rodríguez | 496 |
| Alejandra Pérez Hernández | 204 | Camelia Alejandra Herrera Corredor | 142 | Daniel Rodríguez Tenorio* | 169 |
| Alejandra Pérez Hernández | 209 | Camelia Alejandra Herrera Corredor | 303 | Darío Cisneros Arreola | 53 |
| Alejandrina Robledo-Paz | 136 | Camelia Alejandra Herrera Corredor | 101 | David Eduardo Prado Tarango | 199 |
| Alejandro Espinoza-Canales | 325 | Cándido Enrique Medina Guerra | 152 | Dennis Armando Orozco Molina | 179 |
| Alejandro Espinoza-Canales | 400 | Carlos Alberto López González. | 492 | Dennis Armando Orozco Molina | 184 |
| Alfonso Hernández Garay | 27 | Carlos Enrique Aguirre Calderón | 498 | Edgar Gustavo López Saut | 53 |
| Alfonso Hernández Garay | 106 | Carlos Haubi Segura | 478 | Edith Sáenz Flores | 79 |
| Edmundo García Moya* | 485 | Francisco Óscar Carrete Carreón | 454 | J. Vidal Rubio Ceja | 174 |
| Edmundo Jacob Huerta Hernández | 487 | Francisco Oscar Carrete Carreón | 287 | J. Vidal Rubio Ceja | 215 |
| Eduardo Daniel Bolaños Aguilar* | 353 | Francisco Óscar Carrete Carreón. | 376 | J. Vidal Rubio Ceja | 179 |
| Eduardo de Jesús Ruiz Fernández | 169 | Francisco Santiago-Hernández* | 497 | J. Vidal Rubio Ceja | 184 |
| Eduardo Santellano Estrada | 90 | Francisco Torralba González | 265 | J. Vidal Rubio Ceja | 428 |
| Eduardo Santellano Estrada | 336 | Francisco Villanueva Avalos | 386 | J. Vidal Rubio Ceja | 434 |
| Enrique Carreón Hernández* | 490 | Francisco Villanueva Avalos | 391 | J. Vidal Rubio Ceja* | 409 |
| Enrique Carreón Hernández* | 492 | Gabriela Corral Flores | 382 | J.D. Guerrero-Rodríguez | 353 |
| Enrique Carreón Hernández* | 498 | Gerardo Bezanilla-Enríquez | 46 | Javier Enrique Castillo Huchim* | 439 |
| Enrique Carreón Hernández* | 491 | Gerardo García Espino* | 499 | Javier F. Enríquez Quiroz* | 121 |
| Enriquez Quiroz Javier Francisco | 465 | Gerardo García Espino* | 500 | Javier F. Enríquez Quiroz* | 106 |
| Enriquez Quiroz Javier Francisco | 495 | Gerardo García Espino* | 501 | Javier F. Enríquez Quiroz* | 111 |
| Erickson Basave Villalobos | 147 | Gilberto González Rodríguez | 249 | Javier F. Enríquez Quiroz* | 116 |
| Erika Alejandra Salazar Murillo | 303 | Gilberto Sandino Aquino De Los Ríos | 382 | Javier Francisco Enríquez Quiroz | 348 |
| Ernesto Flores Ancira* | 478 | Gregorio Núñez Hernandez | 116 | Javier Hernández Meléndez | 424 |
| Esperanza Herrera Torres | 287 | Guadalupe José Herrera Haro | 359 | Javier Ochoa Espinoza* | 265 |
| Esperanza Herrera Torres | 414 | Héctor Eduardo Villaseñor Mir | 58 | Jay D Carrillo Herrera | 419 |
| Esperanza Herrera Torres* | 419 | Héctor Gutiérrez Bañuelos | 449 | Jay D Carrillo Herrera | 449 |
| Esperanza Herrera Torres* | 449 | Héctor Gutiérrez Bañuelos | 293 | Jean Hanson | 90 |
| Esperanza Herrera-Torres | 400 | Héctor Gutiérrez Bañuelos | 298 | Jean Hanson | 336 |
| Espinoza-Canales A. | 371 | Héctor Gutiérrez Bañuelos. | 169 | Jesús A. Prieto A.* | 221 |
| Esteban A. Pizarro | 131 | Héctor Gutiérrez-Bañuelos | 419 | Jesús Alberto Cárdenas Sánchez | 409 |
| Esteban Gutiérrez Ronquillo. | 126 | Héctor Gutiérrez-Bañuelos * | 371 | Jesús Alejandro Prieto Amparan* | 483 |
| F. J. Gutiérrez-Piña | 371 | Héctor Gutiérrez-Bañuelos* | 325 | Jesús Díaz Centeno | 444 |
| Fanny O. Reveles Saucedo | 444 | Héctor Gutiérrez-Bañuelos* | 400 | Jesús Enrique Cantú Brito | 276 |
| Federico Villareal Guerrero | 483 | Héctor Ramírez Garduño* | 126 | Jesús Enrique Cantú Brito | 282 |
| Federico Villarreal G. | 221 | Hilda Araceli Zavaleta Mancera | 163 | Jesús Gilberto Coello Navarro | 469 |
| Federico Villarreal Guerrero* | 199 | Hilda Araceli Zavaleta Mancera | 395 | Jesús Jarrillo Rodríguez | 497 |
| Federico Villarreal Guerrero* | 194 | Hugo Bernal Barragán . | 459 | Jesús Javier Sánchez Ramos | 53 |
| Felipe Alonso Rodríguez Almeida | 496 | Humberto Guadarrama Serrano | 157 | Jesús López Hernández | 58 |
| Félix Daniel Domínguez-Pérez | 353 | Humberto Hernández Hernández | 157 | Jesús Manuel Ochoa Rivero | 32 |
| Fernando Antonio Rivas Pantoja | 439 | Humberto Hernández Hernández | 189 | Jesús Miguel Calzada Marín | 348 |
| Fernando Quiroz-Sánchez* | 46 | Humberto Ibarra Gil | 459 | Jesús Ramos-Juárez | 353 |
| Fidel Blanco Macías | 293 | Humberto Lagos Gómez | 32 | Jesús Ricardo Mendoza-Fernández | 46 |
| Fidel Blanco Macías | 298 | Iliana Barrera Martínez | 348 | Jesús Valdés Reyna* | 466 |
| Filogonio Jesús Hernández-Guzmán* | 21 | Iovanka Rosales | 474 | Joel Ventura Ríos | 27 |
| Filogonio-Jesús Hernández-Guzmán | 318 | Irma Enríquez Anchondo | 479 | Joel Ventura Ríos* | 348 |
| Francisco Antonio Rubio Aguirre* | 15 | Iván Adrián García-Galicia*. | 496 | Joel Ventura Ríos* | 465 |
| Francisco Antonio Rubio Aguirre* | 308 | Iván Reyes Vázquez | 465 | Joel Ventura Ríos* | 465 |
| Francisco E. Cab Jiménez | 111 | Iván Reyes Vázquez | 495 | Jonathan N Rubio Valdez | 419 |
| Francisco E. Cab Jiménez | 116 | J. Francisco Villanueva Avalos | 95 | Jonathan N Rubio Valdez | 499 |
| Francisco I. Juárez Lagunes | 116 | J. Natividad Gurrrola Reyes. | 287 | Jorge Alberto Acosta Gallegos | 404 |

| | | | | | |
|---|-----|-----------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|
| Francisco J. Gutiérrez-Piña | 325 | J. Santos Sierra Tristán | 32 | Jorge Armando Bonilla Cárdenas | 428 |
| Francisco J. Gutiérrez-Piña | 400 | J. Santos Sierra Tristán | 126 | Jorge Armando Bonilla Cárdenas | 434 |
| Francisco O Carrete Carreon | 414 | J. Santos Sierra Tristan | 73 | Jorge Armando Bonilla Cárdenas* | 215 |
| Jorge Isidoro Ávila Moreno. | 53 | Julio Carrera Treviño | 265 | Mario Alejandro López Gutiérrez. | 478 |
| Jorge Palacio Núñez | 330 | Kimberly Alcalá | 67 | Mario Antonio Cobos Peralta | 163 |
| Jorge Raúl González Domínguez | 470 | Konstantin Romaschenko | 8 | Mario Antonio Cobos Peralta | 395 |
| Jorge Raúl González Domínguez | 477 | Leonor Cortés Palacios* | 382 | Mario Antonio Vega Loera | 152 |
| Jorge Raúl González Domínguez | 484 | Leonor Miranda Jimenez | 386 | Mario Antonio Vega Loera* | 386 |
| Jorge Raúl González Domínguez* | 467 | Leonor Miranda Jimenez | 391 | Mario Antonio Vega Loera* | 391 |
| Jorge Raúl González Domínguez* | 468 | Leonor Miranda Jiménez* | 204 | Mario Humberto Royo Márquez* | 32 |
| José A. Toca Ramírez | 444 | Leonor Miranda Jiménez* | 209 | Mario-Antonio Vega-Loera | 318 |
| José Alberto Salvador Escalante Estrada | 204 | Leslie BerúmenHernandez | 419 | Marisa Mercado Reyes | 487 |
| José Alberto Salvador Escalante Estrada | 209 | Lucía Teresa Fuentes Guardiola | 484 | Marisa Mercado Reyes* | 488 |
| José Amador Honorato Salazar | 348 | Luis Cuauhtémoc Muñoz-Salas | 400 | Marisol Blancas Mosqueda | 487 |
| José Ángel Sigala Rodríguez | 147 | Luis Lauro de León González* | 469 | Marisol Blancas Mosqueda | 488 |
| José Ángel Sigala Rodríguez | 376 | Luis Ortega Reyes | 439 | Martha Gómez Martínez* | 477 |
| José de Jesús Bustamante Guerrero | 215 | Luis Pérez Romero | 469 | Martha Patricia Olivas Sánchez | 479 |
| José de Jesús Bustamante Guerrero* | 428 | Luvia Lacely García Acosta | 479 | Martha Patricia Olivas Sánchez | 486 |
| José de Jesús Bustamante Guerrero* | 434 | Luvia Lacely García Acosta* | 480 | Martín Martínez Salvador | 254 |
| José Duñez Alanís | 469 | Luz del Carmen Lagunes-Espinoza | 353 | Marusia Rentería Villalobos | 342 |
| José Francisco Villanueva Avalos | 90 | Manuel Ismael Mata Escobedo | 53 | Marusia Rentería Villalobos | 194 |
| José Francisco Villanueva Avalos | 111 | Manuel Murillo Ortiz | 287 | Marusia Rentería Villalobos. | 382 |
| José Francisco Villanueva Avalos | 308 | Manuel Murillo Ortiz | 419 | Mauricio Velázquez Martínez | 497 |
| José Francisco Villanueva Avalos | 336 | Manuel Murillo Ortiz | 449 | Maximino León Villegas | 189 |
| José Francisco Villanueva Avalos | 215 | Manuel Murillo Ortiz | 414 | Mayela P. Gallegos de la Hoya | 444 |
| José Francisco Villanueva Avalos | 409 | Manuel Murillo-Ortiz | 325 | Mayra Denise Herrera* | 404 |
| José Francisco Villanueva Avalos | 428 | Manuel Silva Luna | 386 | Mercedes Alejandra Salinas Camarena* | 493 |
| José Francisco Villanueva Avalos | 434 | Manuel Silva Luna | 391 | Mieke Titulaer | 474 |
| José Francisco Villanueva Avalos* | 179 | Manuel Silva Luna* | 152 | Mieke Titulaer | 475 |
| José Francisco Villanueva Avalos* | 184 | Manuel Silva Luna. | 163 | Mieke Titulaer* | 259 |
| José Francisco Villanueva Avalos* | 174 | Manuel Silva Luna. | 395 | Miguel Márquez Madrid* | 293 |
| José Guadalupe Terrazas Prieto* | 365 | Manuel Silva-Luna | 318 | Miguel Márquez Madrid* | 298 |
| José Luis Ríos Flores* | 276 | Manuela Corazón de María Villa | 53 | Miguel Mellado Bosque | 469 |
| José Luis Ríos Flores* | 282 | Marco Antonio Guerrero Chávez | 365 | Miranda Jiménez Leonor* | 359 |
| José Marín Sánchez | 303 | Marco Antonio Rivas Jacobo* | 303 | Miriam Torres Moreno | 276 |
| José Octavio Roacho-Estrada | 496 | Marco Antonio Rivas Jacobo* | 101 | Miriam Torres Moreno | 282 |
| José Orlando Enríquez Pintor | 152 | Marco Antonio Rivas Jacobo* | 142 | Murray Núñez Rafael Martín* | 249 |
| Jose Ruiz Torres | 276 | Marco Antonio Torres Moreno | 282 | Obed Gabriel Gutiérrez Gutiérrez | 330 |
| Jose Ruiz Torres | 282 | Marco Antonio Torres Moreno. | 276 | Oscar Ruiz Barrera | 330 |
| Juan Ángel Ortega Gutiérrez | 73 | Marcos Acalco Hernández | 468 | Oswaldo Reyes Estrada | 414 |
| Juan Ángel Ortega Gutiérrez | 330 | María del Rayo Hernández Flores | 53 | Oswaldo Reyes Estrada | 449 |
| Juan Ángel Ortega Gutiérrez. | 79 | María Esther Ortega Cerrilla | 313 | Oswaldo Reyes Estrada* | 287 |
| Juan Ángel Ortega-Gutiérrez | 46 | María Teresa Rodríguez González | 204 | Otilia Rivero* | 474 |
| Juan Antonio Encina Domínguez | 466 | María Teresa Rodríguez González | 209 | Oyolsi Najera Gonzalez. | 249 |
| Juan Emmanuel Segura Carmona * | 459 | Maria. Guadalupe Orozco Benitez | 249 | Pablo A. Domínguez Martínez* | 147 |
| Juan Pablo Fimbres Macías. | 265 | Maribel Montero Lagunes | 116 | Pablo A. Domínguez-Martínez* | 62 |
| Juan Pedro Flores Magez. | 486 | Mario Alberto Santiago Ortega | 465 | Pablo Alfredo Domínguez Martínez | 376 |
| Juan Ricardo Reynaga Valdés | 469 | Mario Alberto Santiago Ortega | 495 | Pablo Alfredo Domínguez Martínez* | 58 |
| Pablo Alfredo Domínguez Martínez. | 454 | Ricardo David Valdez Cepeda | 194 | Vianey Monserrat Alvarado Azpeitia* | 487 |
| Parraguirre Espinosa Alfredo | 359 | Ricardo David Valdez Cepeda | 293 | Víctor Aguilar Soto* | 342 |
| Patricia Landa-Salgado | 21 | Ricardo David Valdez Cepeda | 298 | Víctor Hugo Velázquez Ramos | 131 |
| Patricio Tavizón García. | 488 | Ricardo Mata-González | 199 | Víctor-Alejandro Capacete-Casillas | 318 |
| Paul M. Peterson | 8 | Ricardo Vásquez Aldape | 473 | Yolanda Herrera Arrieta | 8 |
| Paulino Pérez Navarro | 163 | Ricardo Vásquez Aldape* | 471 | Yomira Briseño | 474 |
| Paulino Pérez Navarro | 395 | Ricardo Vásquez Aldape* | 472 | Yonathan Eduardo Trejo Gutiérrez | 488 |
| Paulino Pérez Rodríguez | 131 | Rigoberto Rosales Serna | 58 | | |
| Paulino Pérez-Rodríguez | 136 | Rigoberto Rosales Serna | 454 | | |
| Paulino-Pérez Rodríguez | 21 | Rigoberto Rosales Serna | 376 | | |
| Pedro Aguilar-López | 21 | Rigoberto Rosales Serna. | 62 | | |
| Pedro Jurado Guerra | 79 | Roberto Quintero Lizaola | 41 | | |
| Pedro Jurado Guerra | 336 | Rodolfo Ruiz Ramón | 131 | | |
| Pedro Jurado Guerra | 90 | Rogelio Carrera Treviño | 459 | | |
| Pedro Jurado Guerra* | 95 | Rogelio Carrera Treviño | 265 | | |
| Pedro Jurado Guerra* | 254 | Rogelio Carrera Treviño. | 493 | | |
| Pedro Jurado Guerra. | 243 | Rómulo Bañuelos Valenzuela | 293 | | |
| Pedro Rodríguez Contreras | 444 | Rómulo Bañuelos Valenzuela | 298 | | |
| Perpetuo Álvarez Vázquez | 27 | Rosalía Reynoso Camacho | 404 | | |
| Quero-Carrillo A. R. | 371 | Rubén A. Saucedo Terán | 254 | | |
| R. A. Sánchez-Gutiérrez | 371 | Rubén Alfonso Saucedo Terán | 79 | | |
| Rafael Jiménez Ocampo | 58 | Salvador Horacio Guzmán Maldonado | 404 | | |
| Rafael Jiménez Ocampo | 62 | Santiago Garduño Velázquez | 204 | | |
| Rafael Jiménez Ocampo | 376 | Santiago Garduño Velázquez | 209 | | |
| Rafael Jiménez Ocampo | 454 | Santiago Joaquín Cancino* | 424 | | |
| Rafael Jiménez Ocampo. | 147 | Santiago Joaquín Cansino | 27 | | |
| Ramón Gutiérrez Luna | 169 | Saúl Santana Espinoza | 147 | | |
| Raúl Corrales Lerma | 194 | Saúl Vásquez Montes | 194 | | |
| Raúl Corrales Lerma | 84 | Sebastián Domínguez Sandoval | 243 | | |
| Raúl Plascencia Jimenez | 391 | Sergio Iban Mendoza Pedroza | 27 | | |
| Raúl Plascencia Jiménez* | 41 | Sergio Salgado-García | 353 | | |
| Raúl Rene Ruiz Garduño | 293 | Servando Reyes Castro | 121 | | |
| Raúl Rene Ruiz Garduño | 298 | Sigifredo Marrufo-Marrufo. | 496 | | |
| Regulo Jiménez Guillen | 336 | Silverio Gimer Pérez Ramírez. | 472 | | |
| Régulo Jiménez Guillen* | 189 | Silverio Gimer Pérez Ramírez | 471 | | |
| Régulo Jiménez Guillén* | 157 | Silvia Edith Gabaldón Márquez | 482 | | |
| Ricardo A. Sánchez-Gutiérrez | 400 | Silvino Carrillo Pita | 157 | | |
| Ricardo A. Sánchez-Gutiérrez | 325 | Silvino Carrillo Pita | 189 | | |
| Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez | 336 | Susana Gómez Martínez | 477 | | |
| Ricardo Alonso Sánchez Gutiérrez* | 90 | Susana Gómez Martínez | 467 | | |
| Ricardo Bárcena Gamay | 313 | Susana Gómez Martínez | 468 | | |
| Ricardo Barrera Tovar | 499 | Susana Gómez Martínez* | 484 | | |
| Ricardo Barrera Tovar | 500 | Susana Gómez Martínez* | 470 | | |
| Ricardo Barrera Tovar | 501 | Tanya Karina Rojo Maldonado | 483 | | |
| Ricardo Cristóbal de León García * | 473 | Valentín A. Esqueda Esquivel | 106 | | |



UJED

UNIVERSIDAD JUÁREZ
DEL ESTADO DE DURANGO



editorialujed@ujed.mx editorialujed@ujed.mx
editorialujed@ujed.mx editorialujed@ujed.mx
editorialujed@ujed.mx editorialujed@ujed.mx



Colegio de Postgraduados



UNIVERSIDAD JUÁREZ DEL ESTADO DE DURANGO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Invitan al:

VI CONGRESO INTERNACIONAL DE MANEJO DE PASTIZALES

“Por la conservación del pastizal, la producción animal y el bienestar del hombre”.

CELEBRANDO EL 50 ANIVERSARIO DE LA FACULTAD



23 al 25 de septiembre de 2015

Centro de convenciones de las instalaciones de la Feria Nacional de Durango

Conferencias magistrales, talleres y concursos

Costos:

Profesionistas \$700

Estudiantes \$200

Productores \$200



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED
km 11.5 Carretera Durango-Mezquitlan, Durango, Dgo. 34307

Contacto:



(618) 8.18.99.32
(618) 8.10.07.03



VI Congreso Manejo de Pastizales

vicongresopastizales2015@gmail.com