

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

FACULTAD DE ZOOTECNIA Y ECOLOGÍA

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y NUTRICIONAL DE
POBLACIONES DE PASTO LOBERO [*Muhlenbergia phleoides*
(Kunth) Columbus] EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA**

POR:

I. Z. S. P. JAIME NEFTALÍ MÁRQUEZ GODOY

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL
GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON ÁREA MAYOR EN
RECURSOS NATURALES**



Caracterización morfológica y nutricional de poblaciones de pasto lobo [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus] en el estado de Chihuahua. Tesis presentada por Jaime Neftalí Márquez Godoy como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias, ha sido aprobada y aceptada por:

Ph. D. Carlos Ortega Ochoa
Director de la Facultad de Zootecnia y Ecología

D. Ph. Agustín Corral Luna
Secretario de Investigación y Posgrado

Ph. D. Ana Luisa Rentería Monterrubio
Coordinador Académico

Dr. Carlos Raúl Morales Nieto
Presidente

Julio-01-2019

Fecha

Comité:

Dr. Carlos Raúl Morales Nieto
D. Ph. Alfredo Pinedo Álvarez
Dr. Eduardo Santellano Estrada
Ph. D. Federico Villarreal Guerrero

© Derechos Reservados
AUTOR: JAIME NEFTALÍ
MÁRQUEZ GODOY
DIRECCIÓN: PERIF. FCO. R.
ALMADA KM. 1, CHIHUAHUA,
CHIH., MÉXICO C.P. 31453
JULIO DE 2019

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme estudiar una Maestría en Ciencias.

A mi madre Maribel Godoy por el apoyo que me ha brindado.

A mis Hermanos Edwin Márquez y Jocelyn Márquez por su apoyo.

A mis abuelos por la motivación para no rendirme.

Al D. Ph. Raúl Corrales Lerma por su apoyo y orientación.

Al Dr. Carlos Raúl Morales Nieto por su dedicación y paciencia al compartir sus conocimientos.

Al CONACYT por el apoyo económico brindado.

DEDICATORIA

A mi padre, mi madre, hermanos y abuelos por el apoyo que me han brindado durante mis estudios de Maestría.

A la Facultad de Zootecnia y Ecología, que a través de la Secretaria de Investigación y Posgrado, me ha permitido ser parte de la institución.

Al D. Ph. Raúl Corrales y al Dr. Carlos Morales, maestros y compañeros que me apoyaron y contribuyeron en mi formación.

CURRICULUM VITAE

El autor nació el 08 de octubre de 1994 en la ciudad de Chihuahua, Chihuahua, México.

2012 - 2016 Estudios de licenciatura en la carrera de Ingeniero Zootecnista en Sistemas de Producción, egresado de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la UACH.

2017 - 2019 Estudiante de Maestría en Ciencias con área mayor en Recursos Naturales y línea de investigación de Manejo y Mejoramiento de Pastizales.

RESUMEN

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y NUTRICIONAL DE POBLACIONES DE PASTO LOBERO [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus] EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA

POR:

I. Z. S. P. JAIME NEFTALÍ MÁRQUEZ GODOY

Maestría en Ciencias en Recursos Naturales

Secretaría de Investigación y Posgrado

Facultad de Zootecnia y Ecología

Universidad Autónoma de Chihuahua

El pasto lobero (*Muhlenbergia phleoides*) es una gramínea nativa del estado de Chihuahua de importancia forrajera. Sin embargo, a la fecha se desconoce la diversidad que posee esta especie en atributos forrajeros y el potencial de generar variedades de la misma. Por lo anterior, el objetivo fue analizar la variabilidad morfológica y nutricional de 30 poblaciones de pasto lobero del estado de Chihuahua. Las plantas fueron evaluadas *ex situ* en una zona agrícola del poblado “El Vallecillo” bajo condiciones de temporal. La caracterización se realizó a través de variables cuantitativas y cualitativas. Los datos se analizaron con diferentes técnicas multivariadas. Mediante análisis de conglomerados jerárquicos, se identificaron cinco grupos de poblaciones, los cuales fueron significativamente diferentes entre sí ($p < 0.05$) de acuerdo con el análisis de varianza multivariado. Se obtuvo variabilidad y se diferenciaron poblaciones con alto potencial de producción de forraje y semilla, donde el

Grupo 1 fue sobresaliente para estas características. El Grupo 1 (G1) se caracterizó por incluir poblaciones con mayor altura de forraje (AF), altura de planta (AP), densidad de tallos (DT), longitud de hoja (LH), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje (RF), proporción hoja-tallo (PHT) y proteína cruda (PC). En el G2 se distribuyeron poblaciones con altos contenidos de lignina detergente ácida (LDA) y fibra cruda (FC), pero con bajos valores de PC. En el G3 se integraron poblaciones con valores medios, a excepción de ancho de hoja (AH) que presentó los valores más altos. El G4 agrupó poblaciones de baja AP, DT, PHT, y LDA. Por último, el G5 integró poblaciones con los valores más bajos en AF, AP, largo de hoja (LH), DM y RF. Las poblaciones del G1 (6, 7, 26 y 30) son originarias de los municipios de Riva Palacios, Balleza y Guachochi, las cuales pueden convertirse en nuevas variedades de pasto lobo en el futuro.

Palabras clave: *Muhlenbergia phleoides*, morfología, calidad nutricional

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF COMMON
WOLFSTAIL GRASS [(*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus)
POPULATIONS IN THE STATE OF CHIHUAHUA

BY:

JAIME NEFTALÍ MÁRQUEZ GODOY

The wolfgrass (*Muhlenbergia phleoides*) is a native grass of the state of Chihuahua of forage importance. However, to date the diversity of this species in forage attributes and the potential to generate varieties of it is unknown. Therefore, the objective was to analyze the morphological and nutritional variability of 30 populations of wolfgrass from the state of Chihuahua. The plants were evaluated *ex situ* in an agricultural area of the "El Vallecillo" under temporary conditions. The characterization was carried out through quantitative and qualitative variables. The data was analyzed with different multivariate techniques. By means of hierarchical cluster analysis, five groups of populations were identified, which were significantly different from each other ($p < 0.05$) according to the multivariate analysis of variance. Variability was obtained and populations with high potential for forage and seed production were differentiated, where Group 1 was outstanding for these characteristics. Group 1 (G1) was characterized for including populations with greater forage height (FH), plant height (PH), stem density (SD), leaf length (LL), tiller diameter (TD), yield of forage (YF), leaf-stem ratio (L-SR) and crude protein (CP). In the G2, populations with high contents of acid detergent lignin (ADL) and crude fiber

(CF) were distributed, but with low PC values. In the G3, populations with medium values were integrated, with the exception of leaf width (LW) that presented the highest values. The G4 grouped populations of low PH, TD, L-SR, and ADL. Finally, the G5 integrated populations with the lowest values in FH, PH, leaf length (LL), TD and FY. The populations of G1 (6, 7, 26 and 30) are native to the municipalities of Riva Palacios, Balleza and Guachochi, which may become new varieties of wolfgrass in the future.

Key words: *Muhlenbergia phleoides*, morphology, nutritional quality

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Recolección de Germoplasma.....	3
Diversidad Morfológica.....	4
Caracterización Morfológica.....	5
Descriptores Morfológicos.....	6
Caracterización Nutricional.....	6
Espectro Infrarrojo Cercano (NIR).....	8
Pasto Lobero.....	8
Descripción.....	8
Distribución.....	9
Importancia.....	9
MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
Recolecta de Germoplasma.....	10
Desarrollo de Plantas en Invernadero.....	10
Trasplante en Campo.....	13
Caracterización Morfológica y Nutricional.....	13

Análisis Estadísticos.....	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
Análisis de Componentes Principales.....	19
Análisis de Conglomerados Jerárquicos.....	22
Análisis multivariado de la varianza.....	24
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
LITERATURA CITADA.....	34

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características de los sitios de recolecta de 30 poblaciones de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus] en el estado de Chihuahua.....	12
2	Descriptores utilizados para caracterizar poblaciones de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus] en el estado de Chihuahua, México.....	14
3	Estadísticas descriptivas para variables morfológicas y nutricionales cuantitativas de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus], en poblaciones del estado de Chihuahua.....	18
4	Valores característicos (eigenvalores) y proporción de la varianza total explicada por los componentes principales basados en 16 variables cuantitativas, en 30 poblaciones de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus], recolectados en el estado de Chihuahua.....	20
5	Vectores característicos (eigenvectores) de los componentes principales con mayor valor descriptivo de la diversidad de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus].....	21
6	Promedios y error estándar de cinco grupos de poblaciones de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus], recolectados en el estado de Chihuahua, México.....	26
7	Contrastes ortogonales para Manova entre grupos (G) generados por análisis Clúster, de 30 poblaciones de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus].....	28
8a	Contrastes ortogonales por variable originada entre Clúster reagrupados de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus].....	29

	(Kunth) Columbus.....	
8b	Contrastes ortogonales por variable originada entre Clúster reagrupados de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus].....	30
9	Composición química en etapa fenológica reproductiva de 30 poblaciones de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus].....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ubicación de los sitios de recolecta de 30 poblaciones de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus] en el estado de Chihuahua, México.....	11
2	Distribución de la diversidad de 30 poblaciones de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth) Columbus], en función de los dos primeros componentes principales, obtenidos con la matriz de correlación de 16 variables morfológicas y nutricionales.....	23
3	Dendograma del análisis de 16 variables morfológicas y nutricionales para 30 poblaciones de pasto lobero [<i>Muhlenbergia phleoides</i> (Kunth)], con base en el método de ligamiento Ward.....	25

INTRODUCCIÓN

Para mantener una buena producción de forraje, es necesario conservar las mejores poblaciones de pastos nativos. El pasto lobo (*Muhlenbergia phleoides*) es un pasto nativo perenne, que forma parte de la dieta del ganado y fauna silvestre del estado de Chihuahua. Su altura varía en un rango de 40 a 60 cm, con tallos ascendentes, hojas concentradas en la planta y vainas comprimidas y aquilladas. Esta especie presenta una inflorescencia de 5 a 8 cm de longitud y un diámetro de 5 a 8 mm, con espiguillas grisáceas, una gluma de 2 mm y un ápice prolongado (Hernández *et al.*, 2014). Por su valor forrajero, gustosidad y resistencia al pastoreo, este pasto es uno de los más importantes en los pastizales del Norte de México. No obstante, por las diferencias ambientales que presentan las zonas del estado de Chihuahua, las poblaciones de esta especie pudieran presentar diferencias nutricionales, así como ecotipos con mayor capacidad de establecimiento, producción de semilla, entre otros atributos de interés en servicios económicos y ecosistémicos. La caracterización morfológica es una técnica que ayuda a identificar individuos o ecotipos sobresalientes, los cuales pueden ser recomendados para su uso en programas de rehabilitación de pastizales (Morales *et al.*, 2009; Morales *et al.*, 2015; Mediana-Guillen *et al.*, 2017). Así mismo, es importante evaluar nutricionalmente estos forrajes para identificar los ecotipos sobresalientes en calidad nutricional, ya que estos representan un aporte económico en beneficio a la ganadería extensiva (Acasio, 2010).

En la literatura actual es posible encontrar información sobre algunas especies de gramíneas en pastos nativos. Sin embargo, con respecto al pasto

lobero se presenta información escasa; en consecuencia, se puede considerar una especie inexplorada. **Quero *et al.* (2007)** en la búsqueda de alternativas rentables para la producción ganadera, analizaron la importancia de hacer un uso eficiente de los recursos genéticos. En este estudio, se especifica al pasto lobero como un recurso forrajero nativo, aun inexplorado que presenta buena productividad forrajera. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue analizar la variabilidad morfológica y nutricional de 30 poblaciones de pasto lobero del estado de Chihuahua.

REVISIÓN DE LITERATURA

Recolecta de Germoplasma

Los recursos fitogenéticos comprenden una gran diversidad biológica para la alimentación, así como la agricultura, y proveen de materiales para realizar investigaciones enfocadas a programas de mejoramiento genético. Recolectar germoplasma es un proceso en el cual se obtienen muestras de semillas procedentes de diferentes poblaciones. Una buena recolecta de germoplasma de pastos nativos es importante para iniciar programas de evaluación, selección y mejoramiento genético (Morales *et al.*, 2008; Canul-Ku *et al.*, 2013; Toral *et al.*, 2015). Se recomienda realizar una recolecta de germoplasma en lugares donde exista diversidad de la especie de interés, lo anterior con la finalidad de concentrar la mayor variabilidad y disponer de esta riqueza genética. La diversidad de especies representa la materia prima para caracterizar poblaciones, hacer mejoramiento e incrementar la productividad de los ecosistemas pastoriles del estado de Chihuahua (Espitia *et al.*, 2010; Acosta, 2014). Toda esta diversidad tiene un papel importante, ya que se recolectan las semillas para poder almacenarse en bancos de germoplasma y obtener variabilidad genética. Esta diversidad es clave para que las especies puedan seguirse conservando en un futuro, ya que constituyen la fuente de alimentación más económica para el ganado y la fauna silvestre (Acosta *et al.*, 2007; Herrera *et al.*, 2009; Morales *et al.*, 2009; Villanueva *et al.*, 2012). En este sentido, es importante recolectar la mayor diversidad posible y conservarla en bancos de germoplasma para su posterior caracterización (Machado, 2011).

Diversidad Morfológica

Para disponer de una buena producción de forraje es necesario recolectar, introducir y conservar recursos forrajeros. Con la diversidad morfológica encontrada, concentrada y conservada *ex situ* se pueden realizar estudios para diversos propósitos, siendo uno de los más importantes el conocer la variabilidad de dichas especies (Guillen-de la Cruz *et al.*, 2014; Olivera *et al.*, 2014). Por la importancia de la diversidad genética, es necesario recolectar e identificar poblaciones con características forrajeras sobresalientes para conservarlas y reproducirlas. La genética de las especies es muy amplia y variada, lo que permite describir y diferenciar las variedades de tal manera que se puedan identificar, de acuerdo a las características deseadas en programas de mejoramiento (Schultze, 1990; Sawasato, 2007; Moreno *et al.*, 2011; Rodríguez *et al.*, 2012). Diversos estudios se han realizado para describir las características morfológicas de especies forrajeras, con la finalidad de conocer la diversidad genética y detectar genotipos sobresalientes.

Bortolini *et al.* (2006) caracterizaron la diversidad genética de 78 ecotipos de *Trifolium repens*, con la evaluación de ocho descriptores morfológicos y un descriptor agronómico. El área foliar, la altura de planta, la intensidad de floración y la producción de forraje seco fueron las principales características para determinar la diversidad genética con la finalidad de elegir genotipos resistentes al estrés hídrico y a altas temperaturas.

Ferrari *et al.* (2014) estimaron la diversidad de 47 genotipos de *Acroceras macrum* de acuerdo a marcadores morfológicos y características agronómicas. Se identificó alta variabilidad en la producción de forraje, longitud de entrenudos

y número de espigas por inflorescencia. Esta alta variación permite iniciar programas de mejoramiento de la especie estudiada.

Morales *et al.* (2015) analizaron la variabilidad morfológica y genética de 44 poblaciones de *Setaria macrostachya*. Se emplearon nueve variables morfológicas, las cuales demostraron que los tres primeros componentes principales explicaban el 73.74% de la variación total observada, sobresaliendo altura de planta, longitud de inflorescencia, densidad de tallos, ancho de hoja y grosor de tallo. Se concluyó que la amplia variación permite una mejor selección de poblaciones para la restauración y conservación de pastizales.

Caracterización Morfológica

La caracterización morfológica describe fenotípicamente a cada ecotipo a partir de un conjunto de datos cualitativos y cuantitativos. Los materiales obtenidos en una recolecta de germoplasma forrajero se consideran como un recurso filogenético (Olivera *et al.*, 2009; Olivera *et al.*, 2014). La caracterización morfológica es una herramienta para identificar individuos sobresalientes. Ésta consiste en la descripción de forma o configuración física de cada individuo o ecotipo que se va a evaluar bajo uno o diferentes ambientes. A partir de esto, se pueden seleccionar ecotipos con características sobresalientes para posteriormente incluirse en planes de mejoramiento genético y rehabilitación de pastizales. Esto permite identificar especies con alto potencial productivo al relacionar los caracteres fenotípicos con los agronómicos (Morales *et al.*, 2008; Machado, 2011; Olivera, 2014; Garduño *et al.*, 2015; Morillo *et al.*, 2016).

Descriptores Morfológicos

Los descriptores morfológicos se utilizan para caracterizar e identificar diferencias genéticas entre especies forrajeras. Estos ayudan a seleccionar especies sobresalientes con características productivas. Cuando se utilizan descriptores morfológicos y se observa diversidad entre y dentro de las especies, se obtiene información con la cual se puede evitar copiar el mismo material y reducir la sobreestimación de diversidades existentes. De igual forma, el uso de descriptores puede ayudar en el agrupamiento morfológico, de acuerdo con sus características de interés (Morales *et al.*, 2008; Morales *et al.*, 2009; Machado, 2011). Entre los principales descriptores que se han utilizado para realizar una caracterización morfológica en poblaciones de pastos está la altura de follaje, altura de planta, densidad de tallos, grosor del tallo, ancho de hoja, largo de hoja, longitud de inflorescencia, ramillas por inflorescencia, espiguillas por ramillas, longitud de ramillas, raquis de inflorescencia, longitud de pedicelo, entre otros. Todos estos descriptores se han utilizado para evaluar diversidad morfológica y detectar ecotipos que tengan características deseadas o sobresalientes (Morales, 2006; Morales *et al.*, 2009; Morales *et al.*, 2012; Morales *et al.*, 2015; Morales *et al.*, 2016).

Caracterización Nutricional

Los animales en pastoreo consumen una gran cantidad de pastos nativos y cultivos forrajeros, donde la calidad nutricional está influenciada por la composición química y la digestibilidad, las cuales varían entre especies y el estado de madurez de la planta. Por ello, es importante evaluar nutricionalmente estos forrajes para conocer su calidad nutritiva. De igual forma,

estos pastos representan una alternativa económica al reducir los costos e incrementar la producción animal. Estos forrajes representan una contribución significativa a la economía ganadera y sirven como alimento para la fauna silvestre, entre otros servicios ecosistémicos (Ramírez *et al.*, 2001; Acasio, 2010; Núñez *et al.*, 2010; González *et al.*, 2011). Además, para manejar y utilizar los pastos adecuadamente, se debe considerar su fenología para aprovechar al máximo su valor nutricional y dar oportunidad a los pastos de que produzcan sus reservas y las utilicen para el siguiente ciclo. No obstante, el valor nutricional puede cambiar según factores medioambientales y genéticos, ocasionando que modifiquen su morfología, tasa de desarrollo y alterando su calidad, lo cual influye positiva o negativamente en la producción animal (Villalobos y Sánchez, 2010; Naranjo y Cuartas, 2011; Domínguez *et al.*, 2012; Corrales-Lerma *et al.*, 2017). Es importante considerar que los pastos están constituidos por fracciones de lípidos, azúcares, proteínas solubles, pectinas, hemicelulosa, celulosa y lignina (Acasio, 2010).

Nelson y Moser (1994) encontraron que los componentes de la pared celular, al permanecer en bajas temperaturas, son menos lignificados y presentan altos valores en digestibilidad. En cambio, en altas temperaturas la lignina se incrementa, causando que el forraje presente baja digestibilidad. También, encontraron que la Fibra Detergente Ácida (FDA), celulosa y sílice se incrementan cuando aumenta la temperatura mientras que las concentraciones de hemicelulosa disminuyen. Sin embargo, los niveles de FDA, celulosa y sílice decrecen y el nivel de lignina se incrementa cuando aumenta la radiación solar.

Espectro Infrarrojo Cercano (NIR)

El NIR por sus siglas en inglés, es una metodología que relaciona la absorción de luz de una muestra de acuerdo con su composición química. Esto sirve para desarrollar ecuaciones de predicción que han sido aplicadas en el análisis de productos alimenticios, químicos, ambientales y farmacéuticos. La técnica está basada en la quimiométrica, la cual esta combinada con la espectroscopia, estadística y la computación para desarrollar modelos matemáticos (Jiménez, 2007; Brogna *et al.*, 2009). Esta metodología se ha aplicado en los análisis de forrajes obteniendo resultados confiables en la predicción de materia seca, proteína, carbohidratos estructurales y grasas (Landau *et al.*, 2006; Rivera y Maldonado, 2017).

Pasto Lobero

Descripción. Es una especie, nativa de las zonas áridas de México, conocido hasta el año 2011 como *Lycurus phleoides* y su nombre científico actual es *Muhlenbergia phleoides* (Quero *et al.*, 2007; Peterson y Giraldo-Cañas, 2011). Es una planta perenne que puede medir de 20 a 60 cm de altura que tiene tallos ascendentes y geniculados. Las hojas están concentradas en la base de la planta con vainas comprimidas y aquilladas. Tiene una inflorescencia que mide de 5 a 8 cm de longitud y de 5 a 8 mm de diámetro y presenta espiguillas grisáceas con glumas de 2 mm de longitud. Presenta muchas hojas basales de 4 a 8 cm de largo con márgenes blancos (Hernández *et al.*, 2014; Melgoza *et al.*, 2016). La descripción taxonómica de esta especie es: reino Plantae, subreino Viridiplantae, superdivision Embryophyta, división Tracheophyta, subdivisión Spermatophytina, clase Magnoliopsida, superorden

Lilianaes, orden Poales, familia Poaceae, género *Muhlenbergia* y especie *phleoides* (ITIS, 2017).

Distribución. Se distribuye principalmente en los estados de Sonora, Coahuila, Chihuahua, Jalisco y Nuevo León, sin embargo, también se ha reportado en Durango y Michoacán. Este pasto se encuentra además en matorrales xerófilos, espinosos, pastizales medianos y laderas rocosas de pastizal amacollado. Se presenta en zonas con una precipitación desde los 300 hasta 600 mm anuales y en altitudes entre 670 y 2600 msnm (Melgoza *et al.*, 2016).

Importancia. Posee buen valor forrajero, ya que puede alcanzar hasta un 11 % de proteína cruda y es muy consumido por todo tipo de ganado. El pasto lobero es uno de los recursos nativos de las zonas áridas y semiáridas de México que representa una buena alternativa para la producción ganadera de tipo extensiva (Quero *et al.*, 2007; Melgoza *et al.*, 2016). Por su parte, Camacho *et al.* (2010) mencionan al pasto lobero como una especie deseable dentro de un matorral mediano subinermes de la reserva de la biosfera Mapimi, Durango, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolecta de Germoplasma

La semilla se recolectó en octubre y noviembre del año 2016 se recolectó semilla de 30 poblaciones de pasto lobo en el estado de Chihuahua (Figura 1). En el Cuadro 1 se presentan los municipios, coordenadas y variables ambientales de los sitios de recolecta. Cada población fue seleccionada a una distancia mínima de 50 km entre población, tomando en cuenta condiciones fisiográficas y ambientales. En cada sitio de muestreo se recolectaron aproximadamente 200 g de semilla, la cual correspondió al germoplasma de una población.

Desarrollo de Plantas en Invernadero

La semilla recolectada se almacenó durante seis meses para ruptura de latencia. Para la siembra se utilizaron macetas de poliuretano negro de 25 cm de altura por 15 cm de diámetro, perforadas en la parte inferior para su correcto drenaje. Las macetas fueron llenadas entre 21 y 22 cm con suelo de textura franco arenosa. En cada maceta se sembraron alrededor de 25 semillas por maceta de cada población, a las cuales, periódicamente se suministró agua a capacidad de campo para asegurar su germinación y emergencia. Dos semanas después de la emergencia, se realizó un aclareo y del total de plantas emergidas, solo se dejó una planta por maceta con cinco repeticiones por población. Las plantas fueron desarrolladas en invernadero, durante un periodo de tres meses antes de ser trasplantadas en campo.

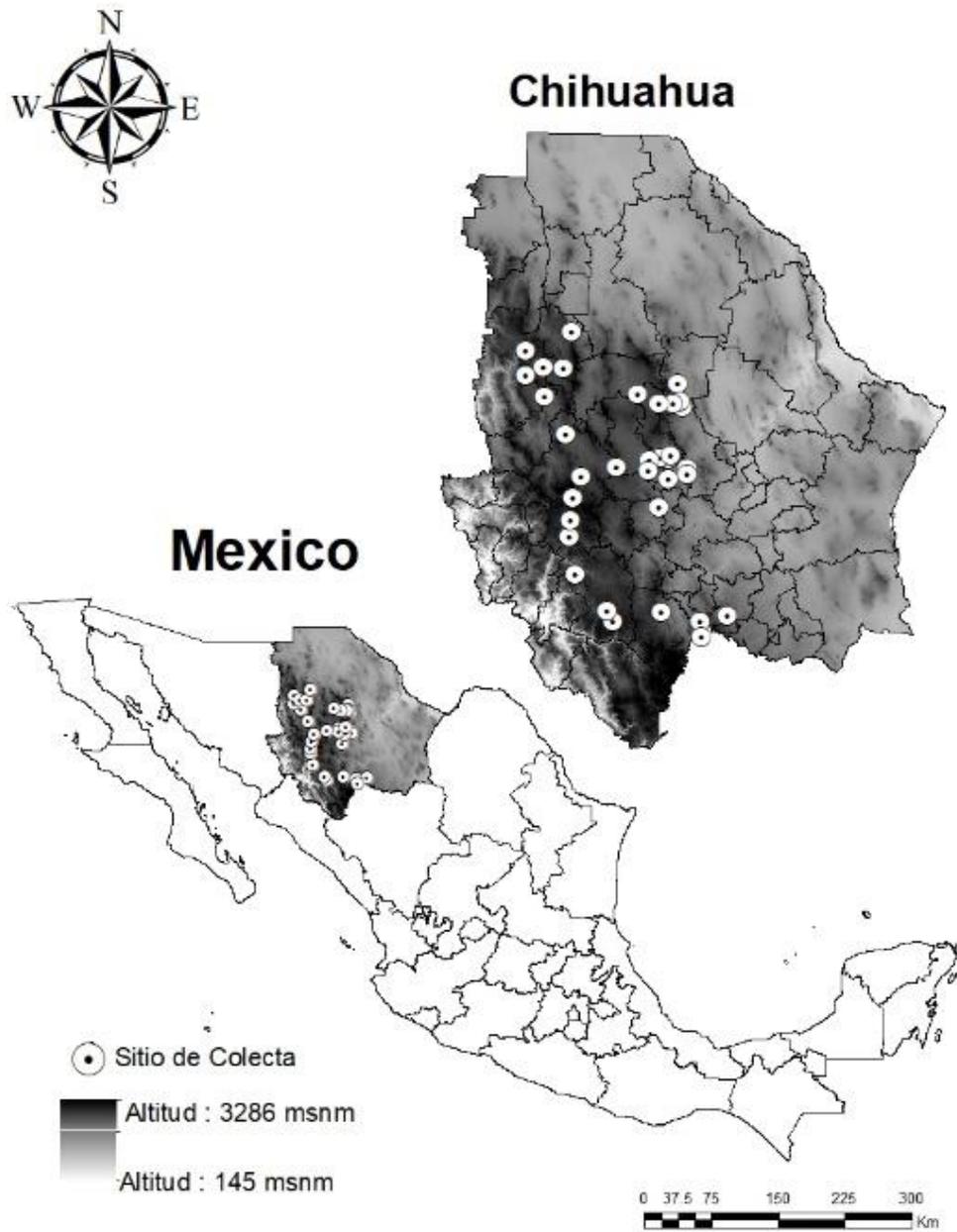


Figura 1. Ubicación de los sitios de recolecta de 30 poblaciones de pasto lobo [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus] en el estado de Chihuahua, México.

Cuadro 1. Características de los sitios de recolecta de 30 poblaciones de pasto lobo [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus] en el estado de Chihuahua

Población	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Coordenadas (°)		Municipio
				N	O	
3	502.8	15.8	1,748	28 21 7	106 15 49	Santa Isabel
4	498.0	16.7	1,818	28 1 11	106 34 49	Belisario Dguez.
5	496.7	16.0	1,820	28 18 12	106 28 50	Gran Morelos
6	496.7	13.7	1,742	28 30 16	106 28 52	Riva Palacio
7	496.7	13.7	1,956	28 31 16	106 34 28	Riva Palacio
8	478.1	14.2	2,008	28 29 38	106 41 38	Cuauhtémoc
10	415.1	18.0	1,590	29 5 35	106 21 13	Chihuahua
11	415.1	18.0	1,781	29 4 17	106 25 27	Chihuahua
12	415.1	18.0	2,297	29 4 8	106 35 46	Chihuahua
13	458.3	14.3	2,019	29 9 37	106 50 30	Namiquipa
15	496.7	13.7	2,077	28 32 27	106 26 38	Riva Palacio
16	478.1	14.2	2,281	28 24 46	107 4 11	Cuauhtémoc
17	531.0	12.6	2,013	28 44 15	107 39 55	Matachí
18	489.6	13.1	2,093	29 7 16	107 55 13	Temósachi
19	734.5	10.7	2,226	29 19 19	108 8 18	Madera
20	734.5	10.7	2,155	29 34 23	108 8 49	Madera
21	734.5	10.7	2,167	29 24 52	107 56 27	Madera
22	561.3	12.2	2,227	29 24 22	107 41 59	Gómez Farías
23	757.0	10.2	2,248	29 46 32	107 36 41	Ignacio Zaragoza
24	469.9	16.0	1,819	26 55 5	105 47 5	San Fco. Del oro
25	469.9	16.0	2,208	26 51 34	106 5 49	San Fco. Del oro
26	490.8	17.8	2,312	26 57 22	106 32 30	Balleza
27	779.9	10.2	2,403	26 50 48	107 4 59	Guachochi
28	490.8	17.8	2,415	26 42 38	106 5 4	Balleza
29	779.9	10.2	2,498	26 57 41	107 8 47	Guachochi
30	779.9	10.2	2,230	27 18 57	107 30 52	Guachochi
31	738.6	11.0	2,345	27 42 11	107 35 41	Bocoyna
32	738.6	11.0	2,367	27 52 17	107 35 20	Bocoyna
33	511.0	13.7	2,341	28 5 32	107 34 3	Guerrero
34	511.0	13.7	2,162	28 18 35	107 28 12	Guerrero

Trasplante en Campo

Después del desarrollo de plantas durante 90 días en invernadero, estas fueron trasplantadas en campo y conservadas *ex situ* en una parcela ubicada en el poblado El Vallecillo, municipio de Chihuahua. El área cuenta con topografía plana, temperatura media de 18 °C, precipitación promedio de 415 mm anuales y una altitud de 1,760 msnm (INEGI, 2015). Esta área se protegió y excluyó con cerco de alambre de púas. El trasplante de las 30 poblaciones se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. En cada bloque se distribuyeron las 30 poblaciones y cada población se trasplantó a un metro de distancia entre planta y a dos metros entre bloque. Al momento del trasplante, a cada una de las plantas se le aplicó dos litros de agua como riego inicial único para asegurar su establecimiento. Posteriormente, todas las plantas se desarrollaron bajo condiciones de temporal.

Caracterización Morfológica y Nutricional

La caracterización morfológica y nutricional se realizó al segundo año del establecimiento de las poblaciones, durante su etapa de madurez, evaluando sus características fenotípicas con base en descriptores morfológicos y nutricionales cuantitativos y cualitativos (Cuadro 2). Los descriptores evaluados fueron: altura de follaje (AF), altura de planta (AP), densidad de tallos (DT), ancho de hoja (AH), largo de hoja (LH), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje (RF), proporción hoja-tallo (PHT), presencia de antocianinas (PA), color de planta (CP), fibra detergente ácida (FDA), fibra detergente neutra (FDN), proteína (PRO), lignina detergente ácida (LDA), fibra cruda (FC), materia seca (MS), hemicelulosa (HEMI) y celulosa (CEL). AF se midió desde el suelo

Cuadro 2. Descriptores utilizados para caracterizar poblaciones de pasto lobo [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus] en el estado de Chihuahua, México

Código	Descriptor
AF	Altura de Follaje
AP	Altura de Planta
DT	Densidad de Tallos
AH	Ancho de Hoja
LH	Largo de Hoja
DM	Diámetro de Macollo
RF	Rendimiento de Forraje
PHT	Proporción Hoja-Tallo
PA	Presencia de Antocianinas
CP	Coloración de Planta
FDA	Fibra Detergente Ácida
FDN	Fibra Detergente Neutra
PRO	Proteína
LDA	Lignina Detergente Ácida
FC	Fibra Cruda
MS	Materia Seca
HEMI	Hemicelulosa
CELU	Celulosa

a la altura del follaje e inicio de la planta. La medición del DM se realizó en la base de la planta, a nivel del suelo. Para la obtención del RF se cortó la planta a cinco centímetros del suelo, se colocaron en bolsas de papel y se pusieron en una estufa de aire forzado para su secado a 75° C por 72 horas. La PHT se realizó por medio de la separación de las hojas y de los tallos. Para la PA se observaron si presentaban coloración púrpura en hoja bandera, tallos y follaje. El CP consideró la intensidad o palidez del verde de la planta (verde intenso-verde pálido). Para las determinaciones de FDA, FDN, PRO, LDA y FC se utilizó la espectrofotometría de infrarrojo cercano, mediante el dispositivo NIR SpectraStar 2600 XT. El análisis en NIR se realizó con base en curvas espectrales establecidas previamente de los pastos garrapata (*Eragrostis superba*), africano (*Eragrostis lehmanniana*) y rosado (*Melinis repens*). Una vez obtenidos FDA, FDN y LDA, la hemicelulosa (HEMI) y la celulosa (CEL) se determinaron por diferencia: $HEMI = FDN - FDA$, $CEL = FDA - LDA$.

Análisis Estadístico

Los datos de las variables morfológicas y nutricionales se examinaron a través de un Análisis de Componentes Principales (ACP) mediante la matriz de correlaciones. La significancia de la contribución de las variables originales a los componentes principales generados se estimó mediante un Análisis de Correlación de Pearson. Posteriormente, se realizó un Análisis Clúster (ACL) por el método de ligamiento Ward. El número de grupos se determinó con base en el coeficiente de determinación (R^2), el Criterio Cubico de Agrupamiento (CCC, por sus siglas en inglés) y los pseudo estadísticos F y T^2 , para determinar el nivel apropiado de separación entre grupos. Posteriormente, se

realizó un Análisis Multivariado de la Varianza (MANOVA) con contrastes ortogonales para determinar diferencias multivariadas entre grupos. Los análisis se realizaron con los procedimientos CORR, PRINCOMP, CLUSTER y GLM del paquete estadístico SAS 9.1.3 (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, los coeficientes de variación (CV) fueron bajos para la mayoría de las variables, con excepción de DT y RF que presentaron valores de 30.9 y 41.16 %, respectivamente. (Cuadro 3). En estas poblaciones de pasto lobero la máxima AP fue de 64.2 cm, superior a los 60 cm reportados por otros **Hernández et al. (2014)** en el pasto lobero. Otras variables evaluadas en este estudio fueron LDA, CEL y HEM, las cuales obtuvieron valores medios de 7.53, 30.62 y 39.28, respectivamente. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Hernández et al. (2014), los cuales obtuvieron resultados similares en estas variables en el estado de Hidalgo. Por otro lado, las poblaciones de pasto lobero en el estado de Chihuahua presentaron un rango en LH y AH de 4.85 a 12.73 cm y 0.20 a 0.40 mm, respectivamente, sin embargo, Herrera y Peterson, (2017) obtuvieron en esta misma especie, rangos de 3 a 10 cm para LH y de 1 a 1.5 mm para AH.

La DT (20 a 72) y PC (7.9 %) obtenidas en poblaciones de pasto lobero en el estado de Chihuahua son muy similares a otras especies nativas del norte de México. Por ejemplo, Morales et al. (2015) al caracterizar poblaciones de pasto temprano (*Setaria macrostachya*) reportan rangos en densidad de tallos desde 12 hasta 67 tallos por planta. Con relación al promedio en el contenido de PC del pasto lobero (7.9 %), otros autores (Melgoza et al., 2016) reportan para pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) un contenido de 7 a 8 %, gigante (*Leptochloa dubia*) un 14 % de PC, punta blanca (*Digitaria californica*) hasta un 9 % y en temprano (*Setaria macrostachya*) un 12 %. Otra variable importante en poblaciones de pasto lobero que determina el rendimiento de forraje es la

Cuadro 3. Estadísticas descriptivas para variables morfológicas y nutricionales cuantitativas de pasto lobero [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus], en poblaciones del estado de Chihuahua

Variable	Media	Intervalo mínimo-máximo	Coficiente de variación	Desviación estándar
Altura de forraje, cm	18.55	11.50 – 25.80	19.62	3.58
Altura de planta, cm	58.47	41.50 – 67.20	10.66	6.13
Densidad de tallos	45.48	20.25 – 72.40	31.42	14.05
Ancho de hoja, mm	0.33	0.20 – 0.40	12.76	0.04
Largo de hoja, cm	9.88	4.85 – 12.73	17.04	1.66
Diámetro de macollo, cm	5.80	4.00 – 8.00	16.60	0.95
Rendimiento de forraje, g	8.95	3.30 – 15.74	41.86	3.68
Proporción hoja-tallo	0.32	0.26 – 0.41	15.61	0.05
Fibra detergente acida, %	38.16	34.82 – 40.40	3.20	1.20
Fibra detergente neutra, %	77.44	73.19 – 82.57	2.72	2.07
Proteína, %	7.90	5.47 – 10.22	13.23	1.03
Lignina detergente acida, %	7.53	6.35 – 8.32	6.50	0.48
Fibra cruda, %	28.77	25.63 – 31.82	4.61	1.30
Materia seca, %	93.09	92.40 – 93.97	0.36	0.33
Hemicelulosa	39.28	36.49 – 43.47	3.34	1.29
Celulosa	30.62	28.47 – 32.19	3.06	0.92

AF, la cual promedio los 18.55 cm, valores muy similares (19.8 cm) a lo reportado por Morales *et al.* (2009) en estudios de caracterización de poblaciones de pasto navajita (*Bouteloua gracilis*) en el estado de Chihuahua.

Análisis de Componentes Principales

En el análisis de componentes principales se obtuvieron los valores propios y la contribución a la varianza total de los componentes principales y se encontró que los primeros tres componentes principales explicaron el 72.7 % de la variabilidad total (33,52 % para CP1, 26.72 % para CP2 y 12.49 % para el CP3; Cuadro 4). En otros estudios, donde se caracterizó la diversidad morfológica de zacate punta blanca (*Digitaria californica*) y gigante (*Leptochloa dubia*) se explicó el 79 % y 73.3 % de la variación total con dos componentes principales, respectivamente (Morales *et al.*, 2012; Morales-Nieto *et al.*, 2013), lo cual indica que las poblaciones de especies nativas en el norte de México presentan amplia diversidad.

Se analizaron los vectores propios y las correlaciones entre las variables en los dos primeros componentes principales. Esto con el propósito de detectar la importancia de cada variable para explicar la variación total (Cuadro 5). El CP1 integró variables relacionadas con el valor nutricional como: FDA, FDN, PC, LDA, FC, HEM y CEL, mientras que, el CP2, agrupó variables relacionadas con el potencial de producción de forraje como altura de forraje, densidad de tallos, diámetro de macollo, rendimiento de forraje y proporción hoja-tallo. Por último, el CP3 se caracterizó por agrupar variables relacionadas con el crecimiento, como AP y LH. Además. Otros estudios reportan que la evaluación de estas variables, ha permitido una mejor caracterización y evaluación de la diversidad

Cuadro 4. Valores característicos (eigenvalores) y proporción de la varianza total explicada por los componentes principales basados en 16 variables cuantitativas, en 30 poblaciones de pasto lobero [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus], recolectados en el estado de Chihuahua

Componente principal	Valor característico	Diferencia	Proporción de la varianza global explicada	Proporción de la varianza acumulada (%)
1	5.362	1.087	0.3352	33.52
2	4.2751	2.277	0.2672	60.20
3	1.998	0.659	0.1249	72.73
4	1.338	0.415	0.0837	81.09
5	0.923	0.290	0.0577	86.86
6	0.633	0.080	0.0396	90.82
7	0.552	0.180	0.0346	94.28
8	0.372	0.172	0.0233	96.61
9	0.200	0.030	0.0125	97.86
10	0.169	0.055	0.0106	98.92
11	0.114	0.072	0.0071	99.64
12	0.042	0.028	0.0026	99.90
13	0.013	0.011	0.0009	99.98
14	0.002	0.002	0.0002	100.00
15	0.000	0.000	0.0000	100.00
16	0.000		0.0000	100.00

Cuadro 5. Vectores característicos (eigenvectores) de los componentes principales con mayor valor descriptivo de la diversidad de pasto lobo [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus]

Variables	Vectores característicos		
	CP1	CP2	CP3
Altura de forraje	-0.134	0.423	-0.031
Altura de planta	-0.012	0.303	0.413
Densidad de tallos	0.032	0.415	-0.217
Ancho de hoja	-0.0108	0.054	0.523
Largo de hoja	-0.0108	0.176	0.456
Diámetro de macollo	-0.095	0.345	0.047
Rendimiento de forraje	-0.029	0.459	-0.075
Proporción hoja-tallo	-0.154	0.324	-0.305
Fibra detergente ácida	0.407	0.089	0.107
Fibra detergente neutra	0.0390	0.019	0.000
Proteína	-0.386	-0.020	-0.021
Lignina detergente ácida	0.288	0.213	-0.025
Fibra cruda	0.379	0.132	0.118
Materia seca	0.147	0.110	-0.370
Hemicelulosa	0.246	-0.052	-0.098
Celulosa	0.381	0.005	0.152

en otras especies como *Bouteloua gracilis* (Morales *et al.*, 2009), *Melinis repens* (Corrales-Lerma *et al.*, 2017), *Brachiaria brizantha* (Olivera *et al.*, 2014), *Pennisetum ciliare* (Sánchez *et al.*, 2017), *Bouteloua curtipendula* (Morales *et al.*, 2016) y *Setaria macrostachya* (Morales-Nieto *et al.*, 2015).

La Figura 2 muestra la distribución de las 30 poblaciones con base en los CP1 y CP2. El grupo (G) 1 incluyó poblaciones con mayor AF, AP, DT, LH, DM, RF, PHT y PC. En el G2 se distribuyeron poblaciones con altos contenidos de LDA y FC, pero con bajos valores de PC. En el G3 se integraron poblaciones con valores medios, a excepción de AH que presentó los valores más altos. Mientras que en el G4 se agruparon poblaciones de baja AP, DT, PHT, y LDA. Por último, el G5 integró poblaciones con valores bajos en AF, AP, LH, DM y RF. A pesar de que las poblaciones se desarrollaron bajo las mismas condiciones climáticas y edáficas, expresaron diferencias fenotípicas. Al respecto, O' Reagain y Mentis (1989) informaron que existe una relación positiva entre la proporción hoja-tallos, altura de forraje y proteína cruda con la aceptabilidad o gustosidad del pasto para el ganado. Por otro lado, Duru *et al.* (2008) afirmaron que a menor proporción de forraje causa una disminución en la digestibilidad, ya que la estructura del pasto afecta su gustosidad por el ganado. Finalmente, Van Niekerk *et al.* (2004) y Sánchez *et al.* (2017) reportaron que individuos con mayor contenido de PC contienen menor porcentaje de FDN y FDA, por lo tanto, son más digestibles para el ganado.

Análisis de Conglomerados Jerárquicos

La técnica de análisis multivariado es una herramienta útil para evaluar accesiones de diferentes especies forrajeras y conocer la contribución de los

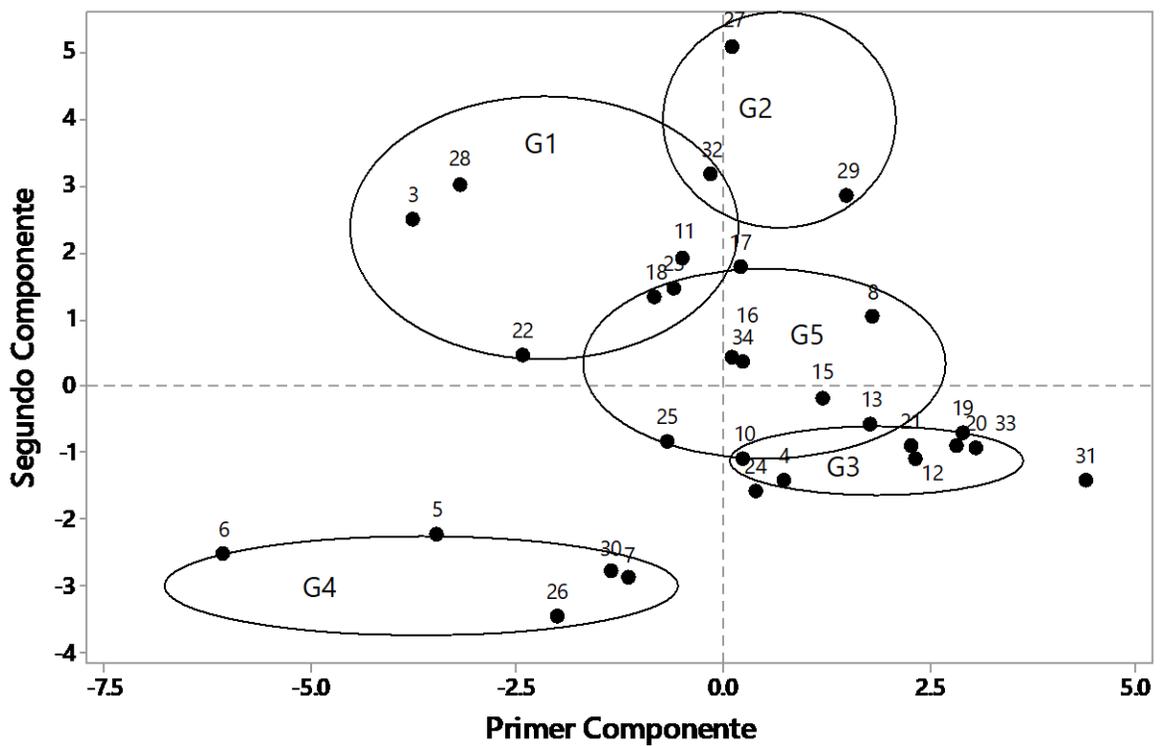


Figura 2. Distribución de la diversidad de 30 poblaciones de pasto lobo [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus], en función de los dos primeros componentes principales, obtenidos con la matriz de correlación de 16 variables morfológicas y nutricionales.

distintos caracteres (González *et al.*, 1991). En el análisis cluster, los psuedo estadísticos F y T² sugieren la formación de cinco grupos con base en el coeficiente de determinación de Pearson ($R^2 = .0.86$; Figura 3). El G1 integró cuatro poblaciones procedentes de Riva Palacios, Balleza y Guachochi. En el G2 se incluyeron ocho poblaciones originarias de Belisario Domínguez, Chihuahua, Madera y Guerrero. El G3 fue el más grande, ya que agrupó a nueve poblaciones, procedentes de Gran Morelos, Cuauhtémoc, Namiquipa, Riva Palacios, Gómez Farías, San Francisco del Oro y Bocoyna. El G4 reunió a seis poblaciones procedentes de Santa Isabel, Chihuahua, Matachí, Temósachi, Ignacio Zaragoza y Balleza. Por último, el G5, integró a tres poblaciones procedentes de Guachochi y Bocoyna. En el Cuadro 6 se observa el promedio y error estándar de características entre los grupos.

De acuerdo a los resultados anteriores, los ecotipos del G1 se pueden considerar como materiales aptos para doble propósito, producción de forraje y semilla. Los rangos obtenidos son resultado de la variabilidad que se detectó al evaluar las diferentes poblaciones con el uso de descriptores. Otros estudios realizados en donde se caracterizaron poblaciones de *Bouteloua curtipendula* (Morales, 2006), *Digitaria californica* (Morales *et al.*, 2012) y *Pennisetum ciliare* (Sánchez *et al.*, 2017) en el estado de Chihuahua, respalda los resultados obtenidos en el presente estudio.

Análisis multivariante de la varianza

Los análisis descriptivos del ACP y ACL fueron coincidentes en la distribución de las poblaciones de pasto lobero. Así mismo, el análisis inferencial MANOVA reafirmó lo anterior mediante el estadístico Lambda de

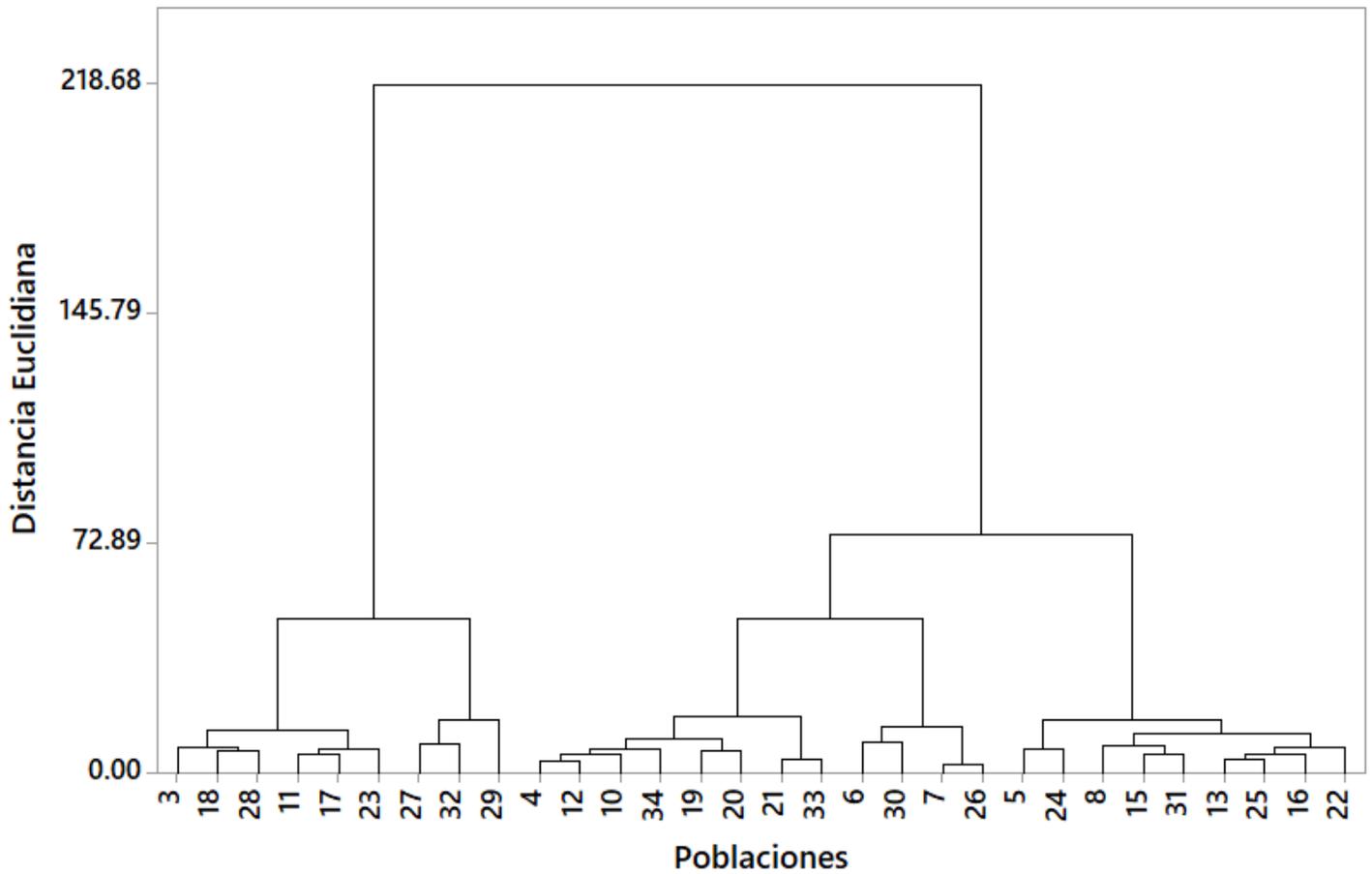


Figura 3. Dendrograma del análisis de 16 variables morfológicas y nutricionales para 30 poblaciones de pasto lobero [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus], con base en el método de ligamiento de Ward.

Cuadro 6. Promedios y error estándar de cinco grupos de poblaciones de pasto lobero [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus], recolectados en el estado de Chihuahua, México

Variable	Grupo				
	I	II	III	IV	V
AF	24.43±1.43	18.17±1.03	19.81±2.54	16.33±1.22	12.39±1.14
AP	60.85±2.51	60.22±3.98	61.04±2.18	58.58±3.50	42.67±1.03
DT	66.28±3.93	55.59±2.67	45.16±2.87	25.36±3.23	32±6.98
AH	0.34±0.01	0.31±0.03	0.35±0.04	0.35±0.03	0.29±0.07
LH	10.66±1.37	9.95±1.20	10.05±0.90	10.52±1.10	6.87±2.35
DM	6.89±0.94	6.02±0.49	5.86±0.73	5.29±0.89	4.61±0.55
RF	15.14±0.41	10.59±1.07	9.17±1.99	5.05±0.79	3.44±0.10
PHT	0.40±0.01	0.30±0.03	0.33±0.04	0.28±0.02	0.29±0.03
FDA	37.02±1.29	39.16±0.63	38.39±1.05	37.37±0.99	37.84±0.17
FDN	75.56±1.50	79.21±1.51	77.58±2.18	76.07±0.97	77.52±0.91
PRO	8.79±0.58	7.44±0.58	7.53±1.22	8.51±0.87	7.80±0.69
LDA	7.36±0.65	7.92±0.30	7.64±0.32	7.15±0.30	7.16±0.36
FC	27.68±1.31	29.59±0.65	29.25±1.25	27.95±1.12	28.27±0.88
MS	93.04±0.17	93.19±0.21	93.10±0.30	92.89±0.31	93.28±0.57
HEMI	38.54±0.70	40.05±1.50	39.18±1.37	38.70±0.51	39.68±0.87
CELU	29.66±0.83	31.25±0.49	30.75±0.84	30.22±1.00	30.68±0.43

AF = altura de forraje (cm), AP = altura de planta (cm), DT = densidad de tallos, AH = ancho de hoja (mm), LH = largo de hoja (cm), DM = diámetro de macollo (cm), RF = rendimiento de forraje (g), PHT = proporción hoja-tallo, FDA = fibra (%) detergente acida, FDN = fibra detergente neutra (%), PRO = proteína (%), LDA = lignina detergente acida (%), FC = fibra cruda (%), MS = materia seca (%), HEMI = hemicelulosa, CELU = celulosa.

Wilks que mostró diferencia estadística multivariada ($p < 0.0001$) entre grupos (Cuadro 7).

El incluir contrastes ortogonales por grupo, en cada variable (Cuadro 8a y Cuadro 8b), permitió determinar cuáles variables tuvieron el efecto necesario para diferencial al G1 de los demás grupos. Por ejemplo, las variables como proteína cruda y hemicelulosa en todos los grupos fueron estadísticamente iguales ($p > 0.05$). Por otro lado, en variables como altura de forraje, ancho de hoja, densidad de tallos, rendimiento de forraje y proporción hoja-tallo, el G1 fue diferente al G2, G3, G4 y G5 ($p < 0.05$). En altura de planta y largo de hoja el G1 fue diferente de G5 ($p < 0.05$); sin embargo, dentro de estas variables G1 fue igual al G2, G3 y G4 ($p > 0.05$). Para diámetro de macollo el G1 fue diferente del G4 y G5 ($p < 0.05$), pero los G2 y G3 no presentaron diferencia con el G1 ($p > 0.05$). Para el caso de la lignina detergente ácida el G1 solo fue diferente ($p < 0.05$) del G2; sin embargo, el G2 fue diferente ($p < 0.05$) del G4 y G5. Además, el G3 presentó diferencias ($p < 0.05$) con el G4. Finalmente, el G2 y G3 fueron diferentes ($p < 0.05$) al G1 en fibra cruda y celulosa. Este comportamiento indica que influyen efectos genéticos y ambientales de los sitios de recolecta tales como precipitación, temperatura, altitud, entre otras variables. Estudios realizados por [Morales et al. \(2012\)](#) indican que la variación morfológica y molecular de poblaciones de pasto punta blanca (*Digitaria californica*) recolectados en el estado de Chihuahua, está influenciada por los factores antes mencionados.

Cuadro 7. Contrastes ortogonales para MANOVA entre grupos (G) generados por análisis Clúster, de 30 poblaciones de pasto lobero [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus]

Estadístico Lamda (L) de Wilks			
Contraste	Valor L	Valor F	Valor P
G 1 vs G 2	0.15	3.43	0.0268
G 1 vs G 3	0.07	7.76	0.0012
G 1 vs G 4	0.02	21.06	<0.0001
G 1 vs G5	0.03	20.04	<0.0001
G 2 vs G 3	0.12	4.49	0.0103
G 2 vs G 4	0.03	16.70	<0.0001
G2 vs G 5	0.03	15.15	<0.0001
G 3 vs G 4	0.08	6.68	0.0022
G 3 vs G 5	0.06	9.71	0.0004
G 4 vs G 5	0.15	3.30	0.0303

P<0.05 indica diferencia multivariada estadística entre grupos, F = Estadístico basado en la Distribución F de Fisher-Snedecor y L = Lamda.

Cuadro 8a. Contrastes ortogonales por variable originada entre Clúster reagrupados de pasto lobero [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus]

Variable	Contraste	Valor F	Valor P	Variable	Contraste	Valor F	Valor P
Altura de forraje	G1 vs G2	29.71	<0.001	Proteína	G1 vs G2	5.20	0.0314
	G1 vs G3	16.82	0.0004		G1 vs G3	4.74	0.0391
	G1 vs G4	44.78	<0.001		G1 vs G4	0.21	0.6543
	G1 vs G5	70.77	<0.001		G1 vs G5	1.80	0.1920
	G2 vs G3	3.23	0.0843		G2 vs G3	0.03	0.8575
	G2 vs G4	3.31	0.081		G2 vs G4	4.18	0.0516
	G2 vs G5	20.79	0.0001		G2 vs G5	0.30	0.5872
	G3 vs G4	12.39	0.0017		G3 vs G4	3.72	0.0654
G3 vs G5	35.29	<0.001	G3 vs G5	0.18	0.6736		
G4 vs G5	8.86	0.0064	G4 vs G5	1.07	0.3107		
Altura de planta	G1 vs G2	0.10	0.7570	Lignina detergente ácida	G1 vs G2	4.89	0.0364
	G1 vs G3	0.01	0.9248		G1 vs G3	1.33	0.2605
	G1 vs G4	1.14	0.2968		G1 vs G4	0.57	0.4570
	G1 vs G5	52.18	<0.001		G1 vs G5	0.38	0.5425
	G2 vs G3	0.26	0.6131		G2 vs G3	1.86	0.1850
	G2 vs G4	0.84	0.3670		G2 vs G4	11.63	0.0022
	G2 vs G5	61.89	<0.001		G2 vs G5	7.27	0.0123
	G3 vs G4	2.00	0.1698		G3 vs G4	5.01	0.0344
G3 vs G5	69.92	<0.001	G3 vs G5	3.05	0.0932		
G4 vs G5	46.65	<0.001	G4 vs G5	0.00	0.9820		
Densidad de tallos	G1 vs G2	18.94	0.002	Fibra cruda	G1 vs G2	7.12	0.0132
	G1 vs G3	76.87	<0.001		G1 vs G3	4.98	0.0348
	G1 vs G4	250.12	<0.001		G1 vs G4	0.13	0.7250
	G1 vs G5	125.39	<0.001		G1 vs G5	0.44	0.5147
	G2 vs G3	28.71	<0.001		G2 vs G3	0.36	0.5522
	G2 vs G4	195.10	<0.001		G2 vs G4	6.77	0.0154
	G2 vs G5	75.62	<0.001		G2 vs G5	2.78	0.1077
	G3 vs G4	87.86	<0.001		G3 vs G4	4.45	0.0451
G3 vs G5	24.26	<0.001	G3 vs G5	1.57	0.2211		
G4 vs G5	5.49	0.0274	G4 vs G5	0.15	0.7004		
Ancho de hoja	G1 vs G2	1.02	0.3232	Hemicelulosa	G1 vs G2	3.79	0.0640
	G1 vs G3	0.05	0.8213		G1 vs G3	0.71	0.4070
	G1 vs G4	0.26	0.6146		G1 vs G4	0.04	0.8434
	G1 vs G5	2.28	0.1440		G1 vs G5	1.38	0.2515
	G2 vs G3	2.41	0.1331		G2 vs G3	1.96	0.1739
	G2 vs G4	3.07	0.0920		G2 vs G4	3.84	0.0613
	G2 vs G5	0.62	0.4369		G2 vs G5	0.18	0.6717
	G3 vs G4	0.13	0.7187		G3 vs G4	0.51	0.4799
G3 vs G5	3.74	0.0645	G3 vs G5	0.34	0.5640		
G4 vs G5	4.39	0.0465	G4 vs G5	1.18	0.2879		

P<0.05 indica diferencia multivariada estadística entre grupo, con base en Lamda de Wilks.

Cuadro 8b. Contrastes ortogonales por variable originada entre Clúster reagrupados de pasto lobero [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus]

Variable	Contraste	Valor F	Valor P	Variable	Contraste	Valor F	Valor P	
Largo de hoja	G1 vs G2	0.68	0.4175	Celulosa	G1 vs G2	9.48	0.0050	
	G1 vs G3	0.51	0.4800		G1 vs G3	4.66	0.0407	
	G1 vs G4	0.02	0.8757		G1 vs G4	1.05	0.3154	
	G1 vs G5	12.31	0.0017		G1 vs G5	2.51	0.1259	
	G2 vs G3	0.02	0.8802		G2 vs G3	1.47	0.2369	
	G2 vs G4	0.56	0.4626		G2 vs G4	5.14	0.0323	
	G2 vs G5	10.32	0.0036		G2 vs G5	1.00	0.3274	
	G3 vs G4	0.39	0.5382		G3 vs G4	1.45	0.2392	
	G3 vs G5	11.38	0.0024		G3 vs G5	0.02	0.8968	
	G4 vs G5	13.29	0.0012	G4 vs G5	0.60	0.4455		
Diámetro de macollo	G1 vs G2	3.13	0.0890	Rendimiento de forraje	G1 vs G2	28.03	<0.001	
	G1 vs G3	4.58	0.0424		G1 vs G3	50.16	<0.001	
	G1 vs G4	9.57	0.0048		G1 vs G4	124.32	<0.001	
	G1 vs G5	13.92	0.0010		G1 vs G5	119.23	<0.001	
	G2 vs G3	0.17	0.6815		G2 vs G3	4.36	0.0472	
	G2 vs G4	2.86	0.1034		G2 vs G4	53.64	<0.001	
	G2 vs G5	6.80	0.0151		G2 vs G5	56.70	<0.001	
	G3 vs G4	1.82	0.1894		G3 vs G4	31.14	<0.001	
	G3 vs G5	5.50	0.0272		G3 vs G5	37.52	<0.001	
	G4 vs G5	1.45	0.2391		G4 vs G5	2.61	0.1186	
		G1 vs G2	21.84		<0.001			
		G1 vs G3	12.66		0.0015			
		G1 vs G4	28.69		<0.001			
	G1 vs G5	16.73	0.0004					
Proporción hoja-tallo	G2 vs G3	2.22	0.1491					
	G2 vs G4	1.22	0.2802					
	G2 vs G5	0.15	0.7017					
	G3 vs G4	6.27	0.0192					
	G3 vs G5	2.19	0.1518					
	G4 vs G5	0.22	0.6409					

P<0.05 indica diferencia multivariada estadística entre grupo, con base en Lamda de Wilks.

En el Cuadro 9 se muestra el análisis nutricional realizado durante la etapa reproductiva en las poblaciones de pasto lobero. Los resultados de MS oscilan entre 92.40 y 93.97 %, FDN de 73.19 a 82.57 % y FDA 34.82 a 40.40 %. Los resultados de estas variables (MS, DFN y FDA) son muy similares (92.86, 71.71 y 36.31 %) a los reportados por Corrales-Lerma *et al.* (2017), al caracterizar morfológica y nutricionalmente poblaciones de pasto rosado durante la etapa reproductiva.

Cuadro 9. Composición química en etapa reproductiva de 30 poblaciones de pasto lobero [*Muhlenbergia phleoides* (Kunth) Columbus]

Población	% MS	% FDN	% FDA	% LDA	% FC
3	92.53	74.74	36.09	7.38	26.54
4	93.44	77.23	38.98	8.17	29.60
5	93.14	73.80	37.31	7.07	28.59
6	92.89	73.19	34.82	6.35	25.63
7	93.04	76.02	38.04	7.25	29.26
8	92.40	78.63	39.38	7.41	30.17
9	92.99	78.46	38.26	7.66	28.95
10	92.72	76.72	37.99	6.86	28.62
11	93.48	79.60	39.74	8.27	29.78
12	93.26	78.09	39.05	7.99	30.18
13	93.49	79.29	38.20	7.62	28.87
14	92.81	77.93	38.05	7.60	28.67
15	93.30	76.85	38.51	7.45	28.68
16	92.61	77.30	37.76	6.77	28.80
17	93.36	79.43	39.65	7.93	30.20
18	93.03	82.57	39.10	7.86	29.42
19	93.03	78.18	39.79	7.70	30.40
20	93.17	75.06	36.71	7.42	27.15
21	93.29	75.87	37.96	7.52	28.86
22	93.24	78.11	38.51	7.86	29.07
23	93.11	75.90	37.92	7.59	28.71
24	93.31	75.68	37.60	8.05	27.99
25	92.57	78.81	37.94	6.66	27.15
26	92.88	74.95	35.92	6.94	26.19
27	93.97	76.78	37.97	7.51	29.31
28	92.91	77.35	37.63	7.77	27.84
29	93.29	81.38	40.40	8.21	31.82
30	93.31	76.97	37.60	7.31	28.35
31	93.27	79.91	39.68	8.32	30.07
32	92.94	78.34	38.11	7.41	28.30
33	92.53	74.74	36.09	7.38	26.54
34	93.44	77.23	38.98	8.17	29.60

MS = materia seca, FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácido, LDA = lignina detergente ácido y FC = fibra cruda.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La diversidad que presentó el pasto lobero permite inferir que existe variabilidad genética entre poblaciones del estado de Chihuahua. Se determinó su composición nutricional y se encontró que, por el contenido de proteína cruda y lignina, el pasto lobero puede ser clasificado de buen valor forrajero, sin embargo, se recomienda determinar su digestibilidad.

Se identificaron las poblaciones 6, 7, 26 y 30 procedentes de los municipios de Riva palacios, Balleza y Guachochi como los de mayor potencial productivo y calidad del forraje.

Se recomienda dar seguimiento a la caracterización molecular de los materiales de este estudio. Así mismo, continuar con la caracterización morfológica y nutricional de esta especie a nivel nacional, con el fin de enriquecer la genética del pasto lobero abriendo una oportunidad para incluirla en programas de mejoramiento genético.

LITERATURA CITADA

- Acasio, P. E. 2010. Caracterización nutricional y digestibilidad de forraje orgánico (*Pennisetum violaceum*) utilizado en la alimentación de bovinos. Tesis de Licenciatura. Universidad autónoma agraria "Antonio Narro". Unidad laguna. División regional de ciencia animal. Torreón, Coah. México.
- Acosta, R., H. Ríos, A. Kessel, M. Martínez y M. Ponce. 2007. Selección participativa de germoplasma cubano de maíz (*Zea mays*, L.) en el sistema local de Batabanó, la Habana. Cultivos Tropicales. 28:63-70.
- Acosta. D. E., F. Zavala, J. Valadez, I. Hernández, M. D. Amador y J. S. Padilla. 2014. Exploración de germoplasma nativo de maíz en Nuevo León, México. Rev. Mex. Cienc. Agr. 8:1477-1485.
- Bezabih, M., W. F. Pellikaan, A. Tolera, N. A. Khan y W. H. Hendriks. 2013. Chemical composition and *in vitro* total gas and methane production of forage species from the Mid Rift Valley grasslands of Ethiopia. Grass Forage Sci. 69:635-643.
- Bortolini, F., M. Dall, M. T. Schifino-Wittmann, M. Trevisan, V. Macedo, S. M. Scheffer-Basso y D. Portela. 2006. Caracterizações morfológica e agronômica e divergência genética em germoplasma de trevo-branco. R. Bras. Zootec. 35:1601-1610.
- Brogna, N., M. T. Pacchioli, A. Immovilli, F. Ruozi, R. Ward y A. Formigoni. 2009. The use of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in the prediction of chemical composition and *in vitro* neutral detergent fiber (NDF) digestibility of Italian alfalfa hay. Ital. J. Anim. Sci. 8:271-273.
- Camacho, H. I., J. E. Cantú y A. López. 2010. Capacidad productiva de los pastizales en la reserva de la biosfera Mapimi, Durango, México. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas. 9:121-128.
- Canul-Ku, J., F. García, F. J. Osuna, S. Ramírez y E. Barrios. 2013. Recursos genéticos de nochebuena en México, colecta de germoplasma para mejoramiento genético. Ciencia y Tecnol. Agrop. México. 2: 20-26.
- Corrales-Lerma, R., C. R. Morales-Nieto, F. Villarreal-Guerrero, E. Santellano-Estrada, A. Melgoza-Castillo, A. Álvarez-Holguín y C. H. Avendaño-Arrazate. 2017. Caracterización morfológica y nutricional de pasto rosado [*Melinis repens* (willd.) zizka] en el estado de Chihuahua. Agroproductividad. 10:103-109.

- Domínguez, G. T. G., L. R. G. Ramírez, A. E. C. Estrada, L. M. M. Scott, H. R. González y M. D. S. Alvarado. 2012. Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco. *Ciencia UANL*. 15:77-33.
- Duru, M., P. Cruz, A. A. K. Raouda, C. Ducourtieux y J. P. Theau. 2008. Relevance of plant functional types based on leaf dry matter content for assessing digestibility of native grass species and species-rich grassland communities in spring. *Agronomy Journal*. 6:1622-1630.
- Espitia, R. E., D. L. Escobedo, E. C. S. Mapes y C. A. C. Núñez. 2010. Áreas prioritarias para coleccionar germoplasma de *Amaranthus* en México con base en la diversidad y riqueza de especies. *Rev. Mex. Cienc. Agr.* 1:609-617.
- Ferrari, S. C., L. A. Brugnoli, A. I. Weiss, A. L. Zilli, M. Schedler, E. M. Pagano, E.J. Martínez y C. A. Acuña. 2014. Genetic and morphological characterization of *Acroceras macrum* Stapf. *Grass Forage Sci.* 70:695-704.
- Garduño, V. S., R. H. Rodríguez, A. R. C. Quero, J. F. Q. Enríquez, A. G. Hernández y A. H. Pérez. 2015. Evaluación morfológica, citológica y valor nutritivo de siete genotipos y un cultivar de pasto *Cenchrus ciliaris* L., tolerantes al frío. *Rev. Mex. Cienc. Agr.* 6:1679-1687.
- González, I., M. Betancourt, A. Fuenmayor y M. Lugo. 2011. Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela. *Zootecnia tropical*. 29: 103-112.
- González, M. C., L. Iglesias, N. Santana, C. Ismail y N. Pérez. 1991. Análisis de la variabilidad originada por el cultivo in vitro de semillas de arroz de la variedad Amistad 82 en condiciones salinas. *Cultivos Tropicales*. 12:83-85.
- Guillén-de la Cruz, P., E. de la Cruz-Lázaro, S. A. Rodríguez-Herrera, G. Castañón-Nájera, A. Gómez-Vázquez y A. J. Lozano-del Río. 2014. Diversidad morfológica de poblaciones de maíces nativos (*Zea mays* L.) del estado de Tabasco, México. *Rev. FCA UNCUYO*. 46:239-247.
- Hernández, J. C., G. Núñez y S. Castro. 2014. Análisis nutricional y coeficiente de agostadero invernal del zacate lobo (*Lycurus phleoides*) en el Ejido de la Mesilla, Hidalgo. *J. Vet. Scie. UAM-X*. 1:34-40.
- Herrera, J. A., F. Hernández y J. J. Hernández. 2009. En riesgo la biodiversidad en México. *Ciencia UAT*. 3:14-19.

- INEGI. 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico y geográfico de Chihuahua. Ed. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- ITIS. 2017. Integrated taxonomic information system. Systematic review of the published literature. En: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=796805#null Consultado 9 marzo 2018.
- Jiménez, P. A. T. 2007. Identificación de harinas de yuca (*Manihot esculenta* crantz) con altos contenido proteico mediante espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS). Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia.
- Landau, S., T. Glasser y L. Dvash. 2006. Monitoring nutrition in small ruminants with the aid of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) technology. *Small Ruminant Res.* 61:1-11.
- Machado, R. 2011. Caracterización morfológica y productiva de procedencias de *Jatropha curcas* L. *Pastos y Forrajes.* 34. 267-279.
- Medina-Guillen, R., I. Cantú-Silva, E. Estrada-Castillo, H. González-Rodríguez y J. A. Delgadillo-Villalobos. 2017. Estructura y diversidad del matorral desértico rosetófilo rehabilitado con rodillo aireador, Coahuila, México. *Polibotánica.* 44:95-107.
- Melgoza, C. A., C. R. Morales, S. T. Santos, M. Royo, M. Quintana y T. Lebgue. 2016. Manual práctico para la identificación de las principales plantas en los Agostaderos de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México. Editorial UACH. 3:1-207.
- Morales N. C., L. Madrid, A. Melgoza, M. Martínez, S. Arévalo, Q. Rascón y P. Jurado. 2009. Análisis morfológico de la diversidad del pasto navajita [*Bouteloua gracilis* (Willd. ex Kunth) Lag. ex Steud.], en Chihuahua, México. *Téc. Pecu. Méx.* 47: 245-256.
- Morales, C. R. 2006. Caracterización morfológica, citológico y molecular de recursos genéticos de *Bouteloua curtipendula*. Disertación doctoral. Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, México.
- Morales, C. R., A. Quero-Carrillo, J. Pérez, A. Hernández y O. Le-Blanc. 2008. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de pasto banderita *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.] en México. *Agrociencia.* 42:767-775.

- Morales, C. R., C. Avendaño, A. Melgoza, M. Martínez y P. Jurado. 2015. Caracterización morfológica y molecular de poblaciones de zacate tempranero (*Setaria macrostachya* Kunth) en Chihuahua, México. *Revista Internacional de Botánica Experimental*. 84:190-200.
- Morales, C. R., C., Avendaño, A., Melgoza, G., Vega, K. del Carmen, A., Quero y M., Martínez. 2016. Caracterización morfológica y molecular de poblaciones de pasto banderita (*Bouteloua curtipendula*) en Chihuahua, México. *Rev. Mex. Cienc. Agr.* 7:455-469.
- Morales, N. C. R., A. C. Melgoza, P. J. Guerra, M. S. Martínez y C. A. Avendaño. 2012. Caracterización fenotípica y molecular de poblaciones de zacate punta blanca (*Digitaria californica* (Benth.) Henr.). *Rev. Mexi. Cienc. Agr.* 3:171-184.
- Morales, N. C. R., O. Rivero-Hernández, C. A. Melgoza, G. P. Jurado y M. Martínez. 2013. Caracterización morfológica y molecular de *Leptochloa dubia* (Poaceae) en Chihuahua, México. *Polibotánica*. 36:79-94.
- Moreno, E. C., C. H. Avendaño, R. Mora, J. Cárdena, V. H. Aguilar y J. F. Aguirre. 2011. Diversidad morfológica en colectas de chile guajillo (*Capsicum annuum* L.) del centro-norte de México. *Rev. Chapingo Ser. Hor.* 17:23-30.
- Morillo, A. C., Y. P. Tovar y E. Morillo. 2016. Caracterización morfológica de *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran en la provincia de Lengupá. *Ciencia en Desarrollo*. 7:23-33.
- Naranjo, J. F. y C. A. Cuartas. 2011. Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros con potencial para la suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia. *Ces. Med. Vet. Zootc.* 6:9-19.
- Nelson, C. J. y L. E. Moser. 1994. Plant factors affecting forage quality. In: Fahey, G. C. Jr (ed) *forage Quality, Evaluation and utilization*. University of Nebraska Lincoln, USA. pp 115-154.
- Núñez, H. G., J. A. G. Payán, A. R. Pena, F. C. González, O. B. Ruíz y C. A. Arzola. 2010. Caracterización agronómica y nutricional del forraje de variedades de especies anuales en la región de norte de México. *Rev. Mex. Cienc. Agr.* 1:85-98.
- O' Reagain, P. J., y M. T. Mentis. 1989. The effect of plant structure on the acceptability of different grass species to cattle. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa*. 6:163-170.

- Olivera, Y., L. Hernández, D. R. Cruz, W. Ramírez y J. C. Lezcano. 2009. Nota técnica: Caracterización morfobotánica de tres especies cespitosas. *Pastos y Forrajes*. 32:1-8.
- Olivera, Y., R. Machado, J. Ramírez, P. Del-Pozo y L. Castañeda. 2014. Caracterización morfológica de 19 accesiones de *Brachiaria brizantha* en un suelo ácido. *Pastos y Forrajes*. 37:138-144.
- Peterson, P. M. y D. Giraldo-Cañas. 2011. Las especies de *Muhlenbergia* (poaceae: chlorideae) de Argentina. *Botánica*. 33:21-54.
- Quero, A. R., J. F. Enríquez y L. Miranda. 2007. Evaluación de especies forrajeras en américa Tropical, avances o status quo. *Interciencia*. 32: 566-571.
- Ramírez L. R. G., A. Enríquez y F. Lozano. 2001. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *Ciencia UANL*. 4:314-321.
- Rivera, A. y J. M. Maldonado. 2017. Revisión: NIRS en el análisis de alimentos para la nutrición animal. *Revista Ingenio UFPSO*. 13:199-211.
- Rodríguez, G., F. Zavala, C. Ojeda, A. Gutiérrez, J. E. Treviño y F. Rincón. 2012. Diversidad de maíces criollos de Nuevo León, México, mediante AFLP y caracteres morfológicos. *Agron. Mesoam*. 23:29-39.
- Sánchez, G. R. A., C. R. Morales, J. Hanson, E. Santellano, P. Jurado, J. F. Villanueva y A. Melgoza. 2017. Caracterización forrajera de ecotipos de zacate buffel en condiciones de temporal en Debre Zeit, Etiopía. *Rev. Mexi. Cienc. Agr.* 8:13-26.
- SAS, Institute Inc. 2006. *Statistical Analysis System 9.1.3 User's guide*. Cary, NC, USA.
- Sawasato, J. T. 2007. Caracterização agrônômica e molecular de *Paspalum urvillei* steudel. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre, Brasil.
- Schultze, R. 1990. Caracterización y evaluación preliminar de germoplasma de plantas forrajeras. En: *Introducción, conservación y evaluación de germoplasma forrajero en el cono sur*. J. P. Puignau ed. IICA-PROCISUR. Montevideo, Uruguay. 28:299-306.

- Toral, O. C., M. Navarro y J. Reino. 2015. Prospección y colecta de especies de interés agropecuario en dos provincias cubanas. *Pastos y Forrajes*, 38:157-163.
- Van Niekerk, W. A., S. S. Jacobs y R. J. Coertzen. 2004. Qualitative evaluation of *Cenchrus ciliaris* cv. Molopo and Gayndah as foggage. *South African Journal of Animal Science*. 34:65-67.
- Villalobos, L., y J. M. Sánchez. 2010. Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. *Agron. Costarricense*. 34:43-52.
- Villanueva, A. J., C. R. Morales, J. F. Q. Enríquez, A. R. Quero, F. C. Herrera, R. G. Jiménez y M. L. Silva. 2012. Manual para la recolección y conservación de germoplasma forrajero en México. Campo Experimental Santiago Ixcuintla. INIFAP-CIRPAC. Folleto Técnico. 20:1-20.