

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Determinación de las Características de Tallos e Inflorescencia Útiles
para Distinguir Nuevas Variedades de Zacate Buffel

Por:

EDDALIZ GARCÍA REYES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Determinación de las Características de Tallos e Inflorescencia Útiles
para Distinguir Nuevas Variedades de Zacate Buffel

Por:

EDDALIZ GARCÍA REYES

TESIS

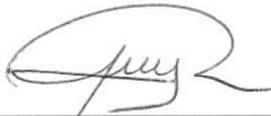
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

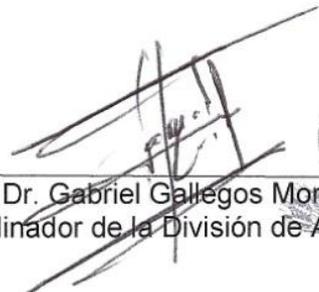
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dra. Susana Gómez Martínez
Asesor Principal


Ph.D. Jorge Raúl González Domínguez
Coasesor


Ph.D. Juan Manuel Martínez Reyna
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2018

DEDICATORIAS

A Dios por darme la fuerza y no dejarme vencer en cada obstáculo que se presentó durante mi formación profesional, y mantener a mi familia unida.

A mis Padres:

Elena María Reyes Cuevas y Edmundo García Cruz

Por darme la vida, y hacer de mí un pajarito que le enseñaron y le permitieron volar, tengan por seguro que siempre volaré cada vez más alto. Por todo el esfuerzo que han hecho para guiarme por el buen camino, regaños, apoyo y comprensión que me han brindado en las decisiones que he tomado y por ayudarme a concluir mi carrera profesional.

A mis Hermanos: Alma y Homero porque siempre me brindaron su apoyo, comprensión y confianza.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por permitirme culminar esta etapa de mi vida, salud, conocimientos, y fuerza para estar lejos de mi familia. Por cada día de vida que me brinda, por las metas pasadas, presentes y futuras.

A mi **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**

Por abrirme sus puertas, permitir mi formación académica y ayudarme a descubrir un talento artístico, siempre trataré de poner con mucho orgullo tu nombre en alto “**Alma Terra Mater**”.

A la **Dra. Susana Gómez Martínez** y al **Dr. Jorge Raúl González Domínguez**

Por permitirme trabajar en su proyecto de investigación, apoyarme de manera incondicional durante este período, por compartir sus conocimientos y hacer grandes aportaciones a lo largo de mi formación académica.

Doy gracias a mi **Familia**

Por ser mi más grande apoyo y por alentarme a seguir adelante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE APÉNDICE	viii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Descripción Varietal	4
Título de Obtentor.....	6
Derechos del Obtentor	7
Generalidades del Zacate Buffel.....	9
Origen y Distribución Geográfica del Zacate Buffel	10
Clasificación Taxonómica del Zacate buffel.....	11
Descripción Morfológica del Zacate Buffel.....	12
Raíz.....	12
Tallo	13
Hojas.....	13
Inflorescencia	14
Espiguillas	14
Adaptación a Factores Edáficos y Climáticos.....	14
Importancia Agronómica.....	15
Reproducción y Citología del Zacate Buffel.....	17
Apomixis	18
Ventajas de la Apomixis.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS	21
Sitio Experimental.....	21
Material Biológico	21
Común (T-4464).....	22
Común II	22
Zaragoza 115 (Z-115)	23
Siembra y Trasplante.....	23

Diseño Experimental	24
Manejo Agronómico	24
Variables Registradas	25
Análisis Estadístico	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
Altura de Planta	29
Producción de Panículas por Planta.....	31
Variables del Tallo más Alto	35
Número de Nudos.....	35
Longitud de Entrenudos.....	36
Grosor de los Nudos.....	37
Ramificaciones y Panículas.....	38
Características de la Inflorescencia del Zacate Buffel	38
Longitud de la Panícula.....	38
Producción y Peso de Involucros de Panícula.....	40
Densidad de la Panícula	41
Producción y Peso de Cariópsides por Panícula.....	42
Porcentaje de Fertilidad	43
Longitud de la Cerda Principal de los Involucros.....	44
Forraje Fresco y Seco.....	45
CONCLUSIONES	47
LITERATURA CITADA	48
A P É N D I C E	56

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro No.</i>		<i>Página</i>
1	Comparación de medias de altura de planta de ocho genotipos de zacate buffel en tres evaluaciones. Saltillo, Coah, México. 2015.....	30
2	Comparación de medias de la producción de panículas por planta de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.....	33
3	Comparación de medias de características del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.....	36
4	Comparación de medias de características de la inflorescencia de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.....	39
5	Comparación de medias de las características de la inflorescencia de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.....	42
6	Comparación de medias del porcentaje de fertilidad y la longitud de la cerda principal de los involucros de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.....	45
7	Medias del peso de forraje fresco y forraje seco de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.....	46

ÍNDICE DE APÉNDICE

<i>Cuadro No.</i>		<i>Página</i>
A 1	Análisis de varianza de altura de planta (primera lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 17 octubre 2015, Saltillo, Coah, México.....	57
A 2	Análisis de varianza de altura de planta (segunda lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 31 octubre 2015, Saltillo, Coah, México.....	57
A 3	Análisis de varianza de altura de planta (tercera lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 07 diciembre 2015, Saltillo, Coah, México	57
A 4	Análisis de varianza de la producción de panículas por planta (primera lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 03 de octubre 2015, Saltillo, Coah, México.....	58
A 5	Análisis de varianza de la producción de panículas por planta (segunda lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 17 de octubre 2015, Saltillo, Coah, México.....	58
A 6	Análisis de varianza de la producción de panículas por planta (tercera lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 31 de octubre 2015, Saltillo, Coah, México.....	58
A 7	Análisis de varianza de la producción de nudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	59
A 8	Análisis de varianza de la longitud de entrenudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	59
A 9	Análisis de varianza del grosor de nudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	59
A 10	Análisis de varianza de la longitud de panículas de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	60

A 11	Análisis de varianza de la producción de involucros por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	60
A 12	Análisis de varianza del peso de involucros por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	60
A 13	Análisis de varianza de la densidad de la inflorescencia de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	61
A 14	Análisis de varianza de la producción de cariósides por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015	61
A 15	Análisis de varianza del peso de cariósides por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	61
A 16	Análisis de varianza del porcentaje de fertilidad de la inflorescencia de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	62
A 17	Análisis de varianza de la longitud de la cerda principal de los involucros de la inflorescencia de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	62
A 18	Análisis de varianza del peso de forraje verde de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	62
A 19	Análisis de varianza del peso de forraje seco de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.....	63

INTRODUCCIÓN

Actualmente con el calentamiento global, y con ello el cambio climático y el ritmo tan acelerado de cambios que sufre nuestro planeta, a causa de las actividades de los seres humanos, la flora y la fauna luchan por sobrevivir en las condiciones actuales de modificaciones o alteraciones en la precipitación y temperaturas que afectan la producción de cultivos, especialmente los establecidos bajo condiciones de temperaturas extremas. El zacate buffel, gracias a su proceso fotosintético C4 contribuye al secuestro de dióxido de carbono (CO₂) a través de sus raíces. Es una especie importante por la capacidad de rehabilitar suelos improductivos especialmente en zonas áridas y semiáridas. En México ha tenido gran aceptación entre los ganaderos del norte del país por el potencial de producción de forraje para el ganado y por su facilidad de establecimiento en los agostaderos; pero sobre todo por su gran tolerancia a la sequía que es su característica principal.

Todo ser vivo se ha ido adaptando a los cambios de la naturaleza, el zacate buffel no es la excepción, por tener una raíz fibrosa y muy profunda resiste períodos largos de sequía, además de contar con un tallo que le permite almacenar en la parte basal una gran cantidad de hidratos de carbono para rebrotar después de heladas y sequías prolongadas, por lo que es necesario desarrollar nuevos cultivares que soporten el creciente estrés.

Actualmente existen avances científicos y tecnológicos que nos permiten entender mejor el modo de reproducción no tan común de algunas especies y con esto desarrollar métodos que permiten acelerar el proceso de mejoramiento vegetal. Gracias a estos avances se ha demostrado que el tipo de reproducción del zacate buffel es apomixis facultativa, así mismo, se ha comprobado la existencia de sexualidad en la especie, lo que ha permitido el desarrollo de variedades de zacate buffel con alta tolerancia a suelos alcalinos y salinos entre otras características. En el Programa de Mejoramiento Genético de Pastos de la UAAAN se generó y desarrolló la variedad AN17PS que actualmente se comercializa como Pecos en Estados Unidos y México. El Programa ha continuado con la generación y selección de nuevos híbridos apomícticos de zacate buffel, mismos que es necesario caracterizar para su registro ante los organismos oficiales correspondientes. Cada genotipo desarrollado se diferencia de los demás por varios caracteres ya sea cualitativos o cuantitativos, por ello es necesario caracterizar estos materiales y compararlos con Común; que es la variedad de zacate buffel más dispersa tanto en México como en Texas, E.U.A.

El esfuerzo y trabajo que conlleva la obtención de una nueva variedad y el contribuir a la conservación de la biodiversidad es necesario el reconocimiento al obtentor de ésta, el cual se reconoce por medio del Título de Obtentor que es otorgado por el Estado a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas Nacional (SNICS); esto permite aprovechar y explotar la variedad de forma exclusiva y de manera temporal por su o sus desarrolladores o con su consentimiento por terceros. Ésta deberá ser: nueva, distinta, estable y homogénea.

Objetivos

1. Conocer con detalle la morfología de siete híbridos apomícticos de zacate buffel del Grupo Elite I (GEI) y compararlos entre ellos.
2. Identificar las características que permitan diferenciar a los híbridos apomícticos de la variedad Común, para su solicitud de registro como nueva variedad de zacate buffel.

Hipótesis

1. Existen diferencias morfológicas entre híbridos apomícticos de zacate buffel.
2. Al menos un híbrido apomíctico se distingue de la variedad Común.

Palabras clave: Caracterización morfológica, *Pennisetum ciliare*, altura de planta, fertilidad, involucros.

REVISIÓN DE LITERATURA

Descripción Varietal

Con el objetivo de uniformizar la descripción de variedades vegetales con fines de registro en México, su elaboración está basada en los criterios establecidos por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) (SNICS, 2014).

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) publicó una guía técnica que tiene como objetivo establecer los lineamientos para caracterizar las variedades vegetales de zacate buffel, de las cuales se pretende certificar la semilla o lograr la expedición del título de obtentor con base en el cumplimiento de las condiciones de distinción, homogeneidad y estabilidad. Esta guía ha sido elaborada con la participación de expertos de diversas instituciones conforme a lo dispuesto en la NOM-001-SAG/FITO-2013, a través de la cual se establecen los criterios, procedimientos y especificaciones para la elaboración de guías para la descripción varietal y reglamentos para determinar la calidad de las semillas para siembra.

Los caracteres varietales deben contribuir a satisfacer tres funciones específicas. De acuerdo a la Asociación de Agencias Oficiales de Semillas (AOSCA), una variedad es una subdivisión de una clase que es diferente, uniforme y estable:

1. Diferente: la variedad se puede identificar por una o más características morfológicas que la distinguen de las otras variedades conocidas y que definen su identidad.
2. Uniforme: en el sentido de que se puede describir la variación de las características esenciales y típicas.
3. Estable: la variedad debe permanecer sin cambios y ofrecer un grado razonable de confiabilidad en sus características esenciales y típicas, y en su uniformidad cuando la variedad es producida o reconstruida según lo exigen las diferentes categorías (AOSCA, citado por Poey, 1982).

Poey (1982) menciona que los caracteres varietales para determinar los requisitos de identidad, uniformidad y estabilidad son diferentes para cada especie y aun para cada variedad; lo importante es que la descripción registrada sea útil para definir estas funciones. La presencia de aristas o la resistencia a una enfermedad sirven para definir la condición de diferente; la altura de la planta y la fecha de floración son caracteres que describen la uniformidad; otros como el color de la flor o el color del grano determinan la estabilidad. Los caracteres morfológicos que describen e identifican a una especie y son comunes en todos los individuos de determinada especie, en su gran mayoría tienen una alta heredabilidad y presentan poca variabilidad,

aunque en las especies cultivadas presentan cierto grado de variabilidad, sobre todo en aquellos caracteres que son de interés para el hombre, como son el tipo y la forma de la hoja, la forma del fruto, etc. Los caracteres morfológicos que son relevantes en la utilización de los cultivares, pueden ser cualitativos o cuantitativos, e incluyen botánicos taxonómicos y otros que no necesariamente identifican a la especie, pero que son importantes desde el punto de vista agronómico, de mejoramiento genético y de comercialización (Franco e Hidalgo, 2003).

La calidad genética de la semilla depende de su identidad y pureza varietal. En los últimos años se ha incrementado el número de variedades mejoradas obtenidas a nivel mundial, esto ha conducido a determinar que el concepto de semilla de alta calidad implique los conceptos de identidad y pureza varietal (FAO, 1982). En México la descripción varietal fenotípica es actualmente la más utilizada. Para el caso particular del zacate buffel, el SNICS ha elaborado una guía técnica de tres secciones: la sección I describe las notas técnicas, la sección II muestra la tabla de características que consta de 37 descriptores, basado en características morfológicas en diferentes estados de desarrollo y en información agronómica, la sección III describe la metodología, de la forma adecuada de registrar las variables (SNICS, 2014).

Título de Obtentor

La obtención de nuevas variedades vegetales juega un papel muy importante en la conservación de la biodiversidad; ya que, no sólo

incrementa la diversidad, sino que también, permiten hacer frente al cambio climático y las condiciones adversas como la resistencia a enfermedades (SNICS, 2016a). Los derechos de un obtentor se conceden mediante un Título de Obtentor, emitido por el Estado a través del SNICS. Estos derechos que reconocen al titular como obtentor de una variedad vegetal, son intransferibles e imprescriptibles; permiten aprovechar y explotar la variedad y su material de propagación en forma exclusiva y de manera temporal, por ellos mismos o por terceros con su consentimiento. De esta forma, la variedad podrá ser utilizada en la producción, reproducción, distribución o venta; así como, en la producción de otras variedades vegetales y/o híbridos con fines comerciales.

Derechos del Obtentor

De acuerdo con el SNICS (2014) la Ley Federal de Variedades Vegetales establece que para que una variedad vegetal sea objeto de protección deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. Novedad: al momento de la presentación de la solicitud, la variedad vegetal o su material de propagación debe cumplir estas características:
 - a) No se halla utilizado en el territorio nacional, en el año anterior a la fecha de presentación de la solicitud de título de obtentor.
 - b) No se halla utilizado en el extranjero, o bien la utilización fue realizada dentro de los seis años anteriores a la presentación de la solicitud, para el caso de especies perennes y dentro de los cuatro años

anteriores a la presentación de la solicitud, para el resto de las especies.

2. Distinción: tendrá esta característica la variedad vegetal que se distinga técnica y claramente por uno o varios caracteres pertinentes de cualquier otra variedad, cuya existencia sea conocida en el momento en que se solicite la protección.
3. Estabilidad: tendrá esta característica la variedad vegetal que conserve inalterados sus caracteres pertinentes después de reproducciones o en propagaciones sucesivas.
4. Homogeneidad: tendrá esta característica la variedad vegetal que sea suficientemente uniforme en sus caracteres pertinentes, a reserva de la variación previsible por su reproducción sexual o multiplicación vegetativa.
5. Denominación: será considerada como su designación genérica. Para ser aprobada, deberá ser diferente a cualquier otra variedad existente en el país o en el extranjero, cumplir con los demás requisitos establecidos en el reglamento de esta ley, y no ser idéntica o similar que pueda confundirse con una variedad previamente protegida.

La Ley Federal de Variedades Vegetales establece que los derechos de obtentor tendrán una duración de 18 años, para especies perennes (forestales, frutícolas, forrajeras, ornamentales, etc.) y sus portainjertos; y de 15 años para las demás especies. Estos plazos se contarán a partir de la fecha de expedición del Título de Obtentor. Al concluir el período, tanto la variedad vegetal como su aprovechamiento y explotación pasarán al dominio público (SNICS, 2016b).

Generalidades del Zacate Buffel

El zacate buffel es una gramínea forrajera perenne, amacollada, con un proceso fotosintético C4 (Ibarra *et al.*, 2012), produce variedades anuales al oeste de la India, bajo condiciones de extrema aridez (Gould, 1975). Su crecimiento es durante la estación cálida del año (Hanselka *et al.*, 2004).

A más de 60 años de introducido a México, el zacate buffel se ha convertido en una de las especies forrajeras más importante para la ganadería extensiva de nuestro país. Esta distribución se debe principalmente a que se adapta a las regiones áridas y semiáridas, sobre todo en las planicies costeras del norte y noreste, así como en las regiones húmedo-tropicales del centro y sur del país.

Presenta tolerancia a períodos prolongados de sequía; característica principal de las zonas áridas y semiáridas del noreste de México, buena producción y calidad de forraje, y tolerancia al pastoreo pesado (Robles, 1983; Hanselka, 1988; Bogdan, 1997). Estas características han contribuido a que el zacate buffel en los últimos 40 años, se considere como una de las especies más importantes para la rehabilitación de agostaderos en México y Texas (Holt, 1985). Varios autores han señalado, que el zacate buffel ha llegado a ser la especie clave para el desarrollo de la ganadería del norte y centro de México (Ibarra *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2014; Cruz *et al.*, 2015). Además, tiene la capacidad para convertir áreas agrícolas improductivas en agostaderos productivos donde la cobertura de pastos nativos es pobre o nula (Beltrán y Loredó, 2002; Loredó *et al.*, 2005).

Origen y Distribución Geográfica del Zacate Buffel

Se reporta al zacate buffel como originario de las zonas tropicales y subtropicales de África, India e Indonesia (Hanselka *et al.*, 2004; Ibarra *et al.*, 2011). Sin embargo, otros científicos consideran que esta especie se originó en Sudáfrica y se dispersó hacia el norte hasta los pastizales áridos del Oeste de la India. Lo anterior, con base en la gran diversidad de razas naturales que existen en las Provincias del Transvaal y el Cabo de Buena Esperanza y por otro lado, la limitada diversidad genética en el este de África e India (Bashaw, 1985; Hussey y Bashaw, 1990).

La variedad Común es la más utilizada en los sitios donde se establece el zacate buffel, fue colectada en el desierto de Turkana en el norte de Kenia, en África (Holt, 1985); se ha dispersado de forma intencional y natural hacia las regiones áridas y semiáridas, tropicales y subtropicales del norte de África, Australia, Asia, Madagascar, Islas Canarias, Arabia, Pakistán, India, México, Norte América y Sudamérica (Bashaw, 1985).

Al continente Americano se introdujo por los Estados Unidos en 1946 como P.I. 153671, se estableció en San Antonio Texas por Dave Foster, con el objetivo de evaluar su adaptación y potencial forrajero. Resultado de esas evaluaciones fue la liberación de la variedad Común (T-4464), por el Servicio de Conservación de Suelos. Este material fue obtenido por Selección de Ecotipos, debido a la reproducción apomíctica de la especie (Ayerza, 1981; Holt, 1985).

El zacate buffel fue introducido a México en 1954 por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, dispersándose posteriormente por todo el país (Ayerza, 1981). Se estima que en México existe una superficie de dos millones de hectáreas establecidas con esta especie, principalmente en los estados de Sonora, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Sinaloa y Yucatán (Morales, 1994; Ibarra *et al.*, 2005).

El zacate buffel también se ha dispersado en América Latina y está presente en Nicaragua, Salvador, Honduras, Colombia, Brasil, Bolivia, Panamá, Venezuela, Paraguay, Argentina y en algunas islas del Caribe (GBI Facility, 2011). Se estima que el zacate buffel se ha establecido en alrededor de 25-30 millones de hectáreas a nivel mundial, aunque por las grandes superficies sembradas destacan: Sudáfrica, India, Australia, Estados Unidos, México y Argentina (Jorge *et al.*, 2008; López y López, 2011).

Clasificación Taxonómica del Zacate buffel

Los géneros *Cenchrus* y *Pennisetum* están estrechamente relacionados, por lo que existe controversia para ubicar al zacate buffel en estos géneros. Esta discrepancia está basada principalmente en el grado de fusión de la pubescencia en la base de las espiguillas (Hatch y Hussey, 1991).

El nombre científico del zacate buffel es *Pennisetum ciliare* L.

Reino	Plantae
Subreino	Traqueophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae
Género	<i>Pennisetum</i>
Especie	<i>P. ciliare</i> L.

Fuente: USDA (2018)

Descripción Morfológica del Zacate Buffel

Raíz

Posee un sistema radicular profundo, fuerte y abundante, su raíz es fibrosa con una corona fuerte y nudosa, y puede alcanzar hasta 2.40 m o más de profundidad (Cantú, 1989). Ésta es una buena característica del zacate buffel que le permite encontrar humedad a mayores profundidades y resistir largos períodos de sequías. Algunas variedades pueden o no presentar rizomas cortos, estos son tallos modificados, subterráneos, por medio de los cuales el zacate buffel, puede dispersarse y colonizar áreas

adyacentes (Bogdan, 1997). Además, los rizomas aseguran la sobrevivencia de las plantas de las bajas temperaturas, por lo que se les reconoce como el órgano invernal de las gramíneas (Bashaw, 1985).

Tallo

El tallo del zacate buffel como todas las especies de la familia de las gramíneas posee nudos y entrenudos, cuya longitud es más corta en la base en comparación con la parte superior del tallo, tiene una altura de 50-100 cm (Cantú, 1989). Sin embargo, Whiteman *et al.* (1974) mencionan que su altura varía de 15 a 150 cm dependiendo de la variedad. La parte basal de los tallos esta engrosada desde la corona, esta característica contribuye a almacenar más hidratos de carbono que otras especies y le permite rebrotar, después de heladas y sequías prolongadas (Ibarra *et al.*, 2012).

Hojas

Las hojas son verdes o azulosas, planas, lineales, y glabras, con o sin pubescencia, pero con vellosidades en la lígula, miden 20 cm de largo y 8 mm de ancho (Cantú, 1989). Hanselka *et al.* (2004) mencionan que sus hojas miden de 3- 10 mm de ancho y 7 a 30 cm de largo, las hojas basales son cortas y de menor cantidad.

Inflorescencia

El tipo de inflorescencia que presenta el zacate buffel es una panícula contraída (Hanselka *et al.*, 2004), es fácil confundirla con una espiga cilíndrica, mide de 2 a 12 cm de longitud y 1 a 1.2 cm de ancho (Ibarra *et al.*, 1994). Presenta fascículos de espiguillas unidos al raquis por pedúnculos cortos, de color púrpura o marrón rojizo (Cantú, 1989).

Espiguillas

Las espiguillas están formadas por florecillas: una hermafrodita o fértil y otra estaminada o estéril, están rodeadas por un involucro de setas, este puede contener dos o tres espiguillas.

Las glumas son ligeramente desiguales oblongas, uninervadas, membranosas, la gluma inferior mide aproximadamente un tercio de la longitud de la espiguilla, la gluma superior más larga que la espiguilla. En la lema, la florecilla inferior es estéril o estaminada y es menos membranosa, mide 3.5 mm de largo, pentanervada. La lema, de la florecilla superior fértil o hermafrodita, es membranosa, de 4 mm de largo y pentanervada. La palea mide tres cuartos de la longitud de la lema superior, binervada, doble aquillada, con tres anteras de 2 mm de largo. La palea es aproximadamente dos tercios de la longitud de la lema inferior, binervada y doble aquillada.

Adaptación a Factores Edáficos y Climáticos

Los factores climáticos, edáficos y morfofisiológicos, así como el manejo que se le proporcione a las plantas, afectan la producción y

recuperación del zacate buffel. Se adapta a un amplio rango de tipo de suelos, desde arenosos, francos, arenoso arcilloso, arcilloso arenoso, migajón limoso, etc. Pero tiene un mejor comportamiento en terrenos planos, con lomeríos suaves y suelos profundos con buen drenaje, con un pH desde neutro hasta ligeramente alcalino, sin embargo, existen variedades o ecotipos con alta tolerancia a suelos alcalinos y salinos (Beltrán y Loredó 2002; Loredó *et al.*, 2005; Griffa *et al.*, 2010; Marshal *et al.*, 2012).

La temperatura óptima para el desarrollo del zacate buffel es de 35 °C con un rango de 20 a 45°C (de la Barrera y Castellanos, 2007), con una temperatura media anual de 16°C (Beltrán y Loredó, 2005). Se considera un pasto con baja tolerancia a las heladas, las plantas llegan a morir a temperaturas igual o menor a -2 °C (Ludlow, 1980). Su crecimiento es más activo en verano hasta el otoño, después de este tiempo cuando inicia el descenso de la temperatura la planta disminuye su crecimiento activo (Martín, 1994).

Se establece en un amplio margen de precipitación desde 250 a 2670 mm, aunque ha tenido un buen establecimiento con 150 mm y su óptimo es de 700 mm (Ward *et al.*, 2006). Prospera bien desde el nivel del mar hasta los 1,800 m (Beltrán y Loredó, 2005).

Importancia Agronómica

El zacate buffel está considerado como una de las gramíneas forrajeras más prominentes del subtrópico de África, es ampliamente utilizado en regiones áridas, semiáridas y desérticas del mundo (Mseddi *et*

al., 2002; Dixon y Coates, 2010; Carvalho da Silva *et al.*, 2011; Marshall *et al.*, 2012). Se caracteriza por tener buena producción de forraje (Gómez *et al.*, 2007), controla la erosión del suelo (Bhattarai *et al.*, 2008) y es tolerante a la sequía (Quiroga *et al.*, 2013). Por ello es una especie utilizada en varios países: en Australia el zacate buffel tiene buena aceptación como especie forrajera para las regiones áridas (Cox *et al.*, 1988), en Etiopía es una de las especies importantes en agostaderos naturales (Angassa y Baar, 2000). En la región semiárida del noreste de Brasil es uno de los zacates forrajeros más utilizados (Bruno *et al.*, 2017).

Actualmente, el zacate buffel es la especie más utilizada en la rehabilitación y conservación de suelos en pastizales de zonas áridas y semiáridas (Ibarra *et al.*, 2011). Esta especie ha encontrado un nicho ecológico en nuestro país, lo que le ha permitido naturalizarse y dispersarse como una especie nativa.

El zacate buffel ha demostrado su habilidad para establecerse, persistir y producir bajo condiciones climáticas adversas. Es especialmente tolerante a las sequías periódicas que son características de la región norte y noreste de México. Una de las grandes fortalezas del zacate buffel es su alto potencial de rendimiento ya que produce entre 2 y 10 veces más forraje que los pastos nativos, por ello fue llamado el “pasto maravilla” (Hanselka, 1988; Ibarra *et al.*, 2005; Gómez *et al.*, 2007, Celaya *et al.*, 2015; Cruz *et al.*, 2015). Es apetecible para el ganado, resistente al pastoreo y tolerante a la salinidad (Beltrán y Loredo, 2002; Loredo *et al.*, 2005).

La extensa distribución del zacate buffel se explica por su amplia aceptación por los productores ya que posee características agronómicas deseables: como son: facilidad de establecimiento, tolerancia al pisoteo, buena producción y calidad de forraje, resistencia a períodos prolongados de sequía, etc (Bashaw, 1985; Alcalá, 1995; De León, 2004). Cualidades importantes en el noreste de México, donde predominan los sistemas de producción extensiva, 21,083,877 ha (más del 50 por ciento de la superficie nacional) se dedica a actividades ganaderas (SAGARPA, 2004).

Reproducción y Citología del Zacate Buffel

El número básico de cromosoma reportado para el zacate buffel es de $X=9$, la mayoría de los genotipos poseen un nivel de ploídia tetraploide de $2N=4X=36$ (Fisher *et al.*, 1954; Snyder, 1955). En la especie también se han reportado genotipos hexaploides ($2N=6X=54$ cromosomas), pentaploides ($2N=5X=45$ cromosomas), heptaploides ($2N=7X=63$ cromosomas), así como materiales aneuploides (Visser *et al.*, 1998; Burson *et al.*, 2012). El zacate buffel se reconoció como un apomíctico obligado hasta los años 60's (Fisher *et al.*, 1954; Snyder *et al.*, 1955). Sin embargo, estudios posteriores demostraron la apomixis facultativa en la especie, con base en la presencia de progenie fuera de tipo en plantas apomícticas (Bray, 1978). Estudios citológicos y pruebas de progenie corroboraron la apomixis facultativa en zacate buffel, lo que implica que estos individuos pueden reproducirse sexual y asexualmente (Sherwood *et al.*, 1980), debido a que los

apomícticos facultativos tienen la habilidad de entender diferentes vías en la formación de la semilla (Hand y Koltunow, 2014).

La sexualidad en zacate buffel fue demostrada con el descubrimiento de una planta fuera de tipo, estudios citogenéticos y pruebas de progenie en el campo realizados en esta planta confirmaron la sexualidad en la especie (Bashaw, 1962). El descubrir una planta de zacate buffel, capaz de reproducirse sexualmente cambió la perspectiva en el mejoramiento genético de esta especie y de otras gramíneas apomícticas, ya que anteriormente la apomixis, muy prevalente en estas especies, fue visualizada como un obstáculo en la evolución, en la que las plantas apomícticas tenderían a desaparecer. Actualmente se considera a la apomixis una herramienta útil en el mejoramiento de especies, ya que la hibridación de plantas sexuales utilizadas como progenitores femeninos, polinizadas con polen de materiales apomícticos, produce una gran combinación de características deseables en genotipos estables, lo anterior debido a que la apomixis no permite la segregación en genotipos sobresalientes (Bashaw, 1976; Jessup *et al.*, 2000).

Apomixis

En las especies de reproducción sexual se genera progenie genéticamente diversa debido a la recombinación y segregación independiente de los genes derivados de ambos padres (Koltunow *et al.*, 1995).

Por el contrario, la apomixis es un modo de reproducción asexual por semilla, en la que un embrión se desarrolla en un óvulo sin involucrar meiosis y fertilización (Bath *et al.*, 2005). Por lo que la progenie resultante son copias genéticamente idénticas a la planta madre, debido a que la fertilización no es necesaria para el desarrollo de un embrión apomítico (Koltunow *et al.*, 1995). La apomixis es una forma de reproducción clonal a partir de la formación de semillas que portan un embrión genéticamente idéntico a la planta materna. Este modo de reproducción se encuentra naturalmente en muchas especies de plantas como las frutillas, la manzana, los cítricos, el mango, la mandioca y numerosas gramíneas forrajeras (Pessino *et al.*, 2008). Koltunow y Grossniklaus (2003); Dwivedi *et al.* (2007) mencionan que los componentes claves de la apomixis incluyen la formación del gameto femenino sin meiosis (apomeiosis), desarrollo del embrión independiente de la fertilización (partenogénesis) y la formación de un endospermo funcional que requiere ciertas adaptaciones de desarrollo.

Ventajas de la Apomixis

Con la apomixis se evitan los problemas de viabilidad de polen debido a condiciones climáticas, así mismo se evitan los problemas de autoincompatibilidad, ya que estas especies pueden reproducirse independiente de la polinización y la fertilización (Koltunow *et al.*, 1995).

El modo de reproducción apomítico ofrece ventajas, sobre todo en los países en desarrollo ya que representa un beneficio potencial para la agricultura y sus muchos posibles usos, varían de acuerdo a la región

considerada. Con este modo de reproducción se asegura la fijación del vigor híbrido y el desarrollo de híbridos verdaderos. La producción de semilla puede continuar durante generaciones sin pérdida del vigor híbrido o alteración del genotipo (Koltunow *et al.*, 1995) La habilidad para generar clones maternos y que rápidamente se fijen genotipos deseables en cultivos de interés podría acelerar las estrategias de mejoramiento agrícola (Hand y Koltunow, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio Experimental

La investigación realizada se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Institución de Educación Superior de carácter público, situada en la ex hacienda de Buenavista, municipio de Saltillo, Coahuila, México; sobre la carretera 54 (Saltillo-Zacatecas). Se localiza a 1742 msnm y en las coordenadas geográficas de 25° 22' 41" LN y 101° 02' 00" de longitud oeste. La región cuenta con un clima muy seco, semicálido, con invierno fresco extremo, con lluvias en verano (García, 1986). La precipitación promedio anual de 350-400 mm; la temporada lluviosa es de junio a octubre, siendo julio el mes con lluvias más abundantes. La temperatura media anual de 19.8 °C, con intensas heladas en enero (-10 °C). El experimento de investigación se estableció a un costado del invernadero número 8 y la bodega de Pastos del Campus Universitario.

Material Biológico

Se realizó una caracterización morfológica de ocho genotipos sobresalientes del Grupo Élite I de zacate buffel: cinco híbridos apomícticos (H121, H97, H120, H73 y H18), una línea experimental CII y dos variedades comerciales (Común y Zaragoza 115). Los híbridos apomícticos fueron

generados en el Programa de Pastos de la UAAAN mediante cruzamientos, realizados en el invernadero, entre el clon sexual TAM CRD B-1s (progenitor hembra) y la variedad Zaragoza 115 (progenitor macho).

Común (T-4464)

Buffel Común es conocido también como buffel Americano. Es la variedad más ampliamente distribuida en el norte de México y sur de Texas. Su número de introducción a EE. UU. en 1946 fue PI 153671, después de una serie de evaluaciones en el Sur de Texas se liberó con la denominación buffel Común identificándolo como T-4464 (Holt, 1985). Es una variedad muy tolerante a la sequía, muy probablemente debido a que fue colectada en el Desierto de Turkana en el norte de Kenia en África. Bashaw (1962) y Gómez (1994) lo reportan como un apomíctico obligado, tetraploide de $2N=4X=36$ cromosomas. Su follaje es verde claro, inflorescencias púrpuras con características de buena producción en forraje y semilla, pero es altamente susceptible al tizón foliar del zacate buffel causado por el hongo *Pyricularia grisea*, que daña considerablemente al follaje y semilla y por lo tanto afecta la productividad del zacate buffel (González *et al.*, 1998). Es una variedad de altura media, con tallos finos y se comporta bien en suelos livianos (Ayerza, 1981; Cook *et al.*, 2005).

Común II

Este material experimental se derivó de una planta sana, que se encontraba en una población de buffel Común completamente infestada por el tizón foliar (*Pyricularia grisea*). Probablemente es un híbrido BIII derivado

de la fertilización de un gametofito no reducido (36 cromosomas) por un gameto masculino normal con 18 cromosomas. Este material fue designado experimentalmente Común II y ha demostrado compatibilidad en cruza con B-1s (González, 1998; González *et al.*, 2000). El color del follaje y las inflorescencias son muy similares a Común, sin embargo, se diferencia de esta variedad por una mayor producción de forraje y por la resistencia que presenta al tizón foliar del zacate buffel. Ramírez *et al.* (1998) lo reportan como un material hexaploide ($2N= 6X= 54$ cromosomas).

Zaragoza 115 (Z-115)

Gómez (1994) lo reporta como una variedad tetraploide de $2N= 4X= 36$ cromosomas. Z115, fue liberada por el Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Coahuila del INIFAP. Presenta tolerancia al tizón del zacate buffel, con buena producción de forraje, su follaje es verde cenizo, las inflorescencias son de color crema, crece hasta 155 cm (Osuna, 1986; Torres, 2005).

Siembra y Trasplante

Semillas de los genotipos evaluados fueron sembradas, el 20 de junio del 2015, en cajas de nieve seca de 200 cavidades, sembrando un genotipo por charola y dos cariósides por cavidad. Las charolas se trasladaron al invernadero, donde se les proporcionó los cuidados adecuados para la emergencia y desarrollo de las plántulas; estas se trasplantaron, el 21 de agosto del 2015, a macetas de plástico utilizando como medio de

crecimiento peat moss, las macetas fueron preparadas con un litro de grava en el fondo, para tener un drenaje adecuado y aireación en el medio de crecimiento de las raíces, se agregaron después de la grava tres litros de peat moss

Diseño Experimental

El experimento se diseñó como un cuadrado latino, en el que se utilizaron ocho genotipos, ocho hileras y ocho columnas, dando un total de 64 unidades experimentales, cada maceta con una planta se consideró como una unidad experimental. Estas macetas fueron colocadas en líneas orientadas norte-sur y oriente-poniente con ocho macetas por línea y 50 cm de separación entre macetas, en ambas direcciones. Para el registro de las variables se realizaron mediciones a plantas completas, así como del tallo principal y a las inflorescencias.

Manejo Agronómico

Los riegos se realizaron manualmente cada tercer día, aplicando un litro de agua por maceta, tomando en cuenta las necesidades de las plantas y de acuerdo a las condiciones climáticas. La fertilización se llevó a cabo también en forma manual, aplicando el fertilizante Raizal[®] con la fórmula 20-30-10, disuelto en el agua de riego a una dosis de dos g/L, una vez por semana.

Variables Registradas

Se evaluaron las siguientes variables cuantitativas:

1. Altura de Planta

Se tomó la altura del tallo principal, desde la base hasta el ápice de la planta en tres ocasiones: el 17 de octubre, 31 de octubre y 07 de diciembre del 2015.

2. Producción de Panículas por Planta

Debido a que el número de inflorescencias es el componente principal del rendimiento de semillas en las gramíneas, se contó el número de inflorescencias por planta, directamente sobre las plantas en tres ocasiones: 03, 17 y 31 de octubre de 2015.

3. Variables del Tallo más Alto

Se cortó el tallo más alto de cada planta para determinar las siguientes variables:

a) Número de Nudos

Se contaron los nudos del tallo principal, iniciando del 2º nudo de la base hacia el ápice de la planta.

b) Longitud de Entrenudos

Con una regla graduada en cm, se midió la longitud de los entrenudos del tallo principal, se obtuvo el valor promedio de cada tallo.

c) Grosor de los Nudos

Esta variable fue medida con un vernier en el 2º, 3º, y 4º nudo, de abajo hacia arriba, del tallo más alto, se obtuvo el valor promedio del tallo.

d) Ramificaciones y Panículas del Tallo

Se contabilizó el número de ramificaciones y panículas del tallo principal.

4. Características de la Inflorescencia

En cada planta se colectó una inflorescencia madura y que no hubiera perdido involucros, en la que se determinaron las siguientes variables:

a) Longitud de la Panícula

Con una regla se determinó la longitud de la inflorescencia en centímetros (cm), midiendo desde la base de la panícula donde se inserta el primer involucro hasta el ápice de la misma.

b) Producción y Peso de Involucros de la Panícula

Sobre una mesa limpia, se retiraron cuidadosamente de la panícula los involucros para contarlos y posteriormente pesarlos en una balanza analítica en miligramos (mg).

c) Densidad de la Panícula

La densidad se obtuvo dividiendo la longitud de la panícula entre el número de involucros por panícula.

d) Producción y Peso de Cariópsides por Panícula

Utilizando una criba, se trillaron manualmente los involucros, para obtener los cariópsides para su conteo y posteriormente el peso de estos en una balanza analítica.

e) Porcentaje de Fertilidad

Esta variable se obtuvo indirectamente a partir del número de involucros entre el número de cariópsides por panícula y se multiplicó por 100, para obtener el valor en porcentaje.

f) Longitud de la Cerda Principal de los Involucros

Se retiraron cinco involucros de la parte media de la panícula, y se les midió la longitud de la cerda más larga con una regla graduada en centímetros.

5. Forraje Fresco y Seco

Para determinar el peso fresco de los genotipos se cortaron todas las plantas a 10 cm de la superficie del medio. Se pesó y registró todo el material el día 16 de diciembre del 2015, posteriormente se depositó el forraje en bolsas de papel de estraza con los datos de identificación respectivos y se llevaron a un asoleadero. Después de 10 días, el 27 de diciembre del 2015, se registró el peso del forraje seco.

Análisis Estadístico

Se concentró la información de cada una de las variables cuantitativas y se realizó el análisis de varianza respectivo, utilizando el programa estadístico SAS versión 9.0 (SAS, 2004). Se realizaron pruebas de comparación de medias usando Diferencia Mínima Significativa (DMS), a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, en aquellas variables en las que el ANVA detectó diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de Planta

Los análisis estadísticos realizados para altura de planta detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, hileras y columnas, en la primera evaluación (17 de octubre, 2015). Diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre columnas, y diferencias significativas entre hileras en la segunda evaluación realizada el 31 de octubre. En la tercera evaluación (7 de diciembre) se detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos y para las fuentes de variación hileras y columnas no hubo diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) (Cuadros A1, A2 y A3).

La comparación de medias de los tratamientos de la primera lectura se presenta en el Cuadro 1. Se formaron cuatro grupos de medias, los genotipos H73, H120, Z115 y H97 integraron el primer grupo, con valores de 65.6, 63.9, 63.6 y 62.7 cm respectivamente. La variedad Común y H18 formaron el último grupo de medias con una altura de 50.7 y 54.1 cm respectivamente; el genotipo H18 a su vez fue estadísticamente igual a CII quien obtuvo una altura de 54.7 cm.

La comparación de medias de los tratamientos en la segunda evaluación mostró dos grupos de medias. El primer grupo formado por el genotipo H120 con 73.5 cm de altura, siendo estadísticamente igual a los

genotipos H73, Z115, H97 y H121 con 72.7, 72.6, 70.7 y 68.7 cm respectivamente. En el segundo grupo de medias se encuentra CII con 55.9 cm, siendo estadísticamente igual a los genotipos H18 y Común con 55.3 y 53.5 cm respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de medias de altura de planta de ocho genotipos de zacate buffel en tres evaluaciones. Saltillo, Coah, México. 2015.

Genotipo	Altura de Planta (cm)		
	17/10/2015	31/10/2015	07/12/2015
H73	65.6 a	72.7 a	74.6 a
H120	63.9 ab	73.5 a	73.0 ab
Z115	63.6 ab	72.6 a	72.0 ab
H97	62.7 ab	70.7 a	72.0 ab
H121	60.6 b	68.7 a	68.5 b
CII	54.7 c	55.9 b	59.4 c
H18	54.1 cd	55.3 b	57.3 c
Común	50.7 d	53.5 b	57.3 c

Medias con la misma literal en una columna son estadísticamente iguales (DMS $\alpha < 0.05$).

En la comparación de medias de altura de planta de la tercera evaluación, se observan tres grupos de medias, el genotipo H73 fue el más alto con 74.6 cm y fue estadísticamente igual a los genotipos H120 (73 cm), H97 y Z115 con 72 cm de altura. Los genotipos de menor tamaño fueron: CII (59.4 cm), Común y H18 ambos con 57.3 cm, siendo iguales estadísticamente entre sí y diferentes al resto de los genotipos.

Aldaco (2017) y Hernández (2016) en un estudio realizado bajo las mismas condiciones ambientales de Saltillo, Coah., reportan alturas para

buffel Común, similares a las obtenidas en esta investigación, ellos registran 56.2 y 57.2 cm respectivamente.

En la primera lectura los híbridos tuvieron una altura promedio de 61.4 cm, mientras que las tres variedades promediaron 56.3 cm, la diferencia entre ellos fue 5.01 cm. El mayor incremento en altura fue de la primera a la segunda lectura, con un intervalo de 14 días, los híbridos promediaron 68.1 cm y las variedades 60.6 cm con una diferencia entre ellos de 7.5 cm. Z115 es el progenitor masculino de los híbridos y está reportado como un material de porte alto (Osuna, 1986). En esta investigación, de las variedades evaluadas, Z115 fue la de mayor altura con 72.6 cm, mientras que CII promedió 55.8 cm y Común 53.5 cm. No obstante que transcurrieron 38 días de la segunda a la tercera evaluación, los incrementos en altura fueron mínimos. Los híbridos aumentaron durante este lapso de tiempo un cm y las variedades 2.23 cm debido a tres factores: cuando las plantas llegan a la etapa reproductiva, se detiene el crecimiento vegetativo, las temperaturas nocturnas principalmente, no favorecen igual la elongación de los entrenudos, y el espacio limitado del sistema radicular impuesto por el contenedor utilizado. En la tercera evaluación, los híbridos fueron 9.9 % más altos que el promedio de las variedades.

Producción de Panículas por Planta

Como ha sido reportado en otras investigaciones, Común es un genotipo precoz (Hernández, 2016), en esta investigación, para el 23 de septiembre de 2015 emergieron las primeras panículas en las plantas de Común y H18, en el resto de los genotipos no se observaron inflorescencias

en esa fecha. En la primera evaluación se detectaron diferencias significativas entre genotipos y columnas, y diferencias no significativas entre hileras (03 de octubre, 2015). En la segunda evaluación realizada el 17 de octubre, se detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre columnas, no se detectaron diferencias significativas entre hileras. En la tercera evaluación (31 de octubre) los análisis de varianza detectaron diferencias altamente significativas entre tratamientos y diferencias no significativas entre hileras y entre columnas (Cuadros A4, A5 y A6). Con base en la significancia estadística detectada en los análisis de varianza de las tres evaluaciones para la producción de panículas por planta, se realizaron las pruebas de comparación de medias para cada una de las fechas de evaluación (DMS $\alpha \leq 0.05$).

En el Cuadro 2 se presenta la comparación de medias de la primera evaluación, el rango entre los ocho genotipos fue de 3 a 10 panículas con un promedio de 5.5 panículas por planta. H18 fue el genotipo que presentó el valor más alto (10) y fue estadísticamente igual a Común, H121 y CII con 7.5, 6.6 y 5.5 panículas por planta respectivamente. El valor más bajo lo obtuvo H97 con tres panículas.

En la segunda lectura la comparación de medias muestra que el genotipo Común fue el que obtuvo la mayor producción de panículas por planta (59.1), siendo diferente estadísticamente al resto de los genotipos. H18 ocupó el segundo lugar con 48.6 y fue diferente estadísticamente a los otros tratamientos, seguido de CII con 34.1 panículas por planta, el último grupo de medias estuvo conformado por: H121, H120, H73, Z115 y H97 con

20.8, 18.5, 17.7, 17.6, y 15.3 panículas por planta respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias de producción de panículas por planta de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.

Genotipo	Número de Panículas por Planta		
	03/10/2015	17/10/2015	31/10/2015
H18	10.0 a	48.6 b	89.2 b
Común	7.5 ab	59.1 a	107.7 a
H121	6.6 ab	20.8 d	44.6 c
CII	5.5 ab	34.1 c	79.3 b
H73	4.6 b	17.7 d	34.2 c
Z115	3.7 b	17.6 d	35.8 c
H120	3.1 b	18.5 d	36.2 c
H97	3.0 b	15.3 d	42.3 c

Medias con la misma literal en una columna son estadísticamente iguales (DMS $\alpha < 0.05$).

La comparación de medias de los genotipos para la última lectura, realizada el 31 de octubre, mostró tres grupos de medias, Común se mantuvo con el mayor número de panículas (107.7) siendo diferente estadísticamente al resto de los materiales, H18 con 89.2 panículas fue estadísticamente igual a CII quien obtuvo 79.3 panículas. Los genotipos: H121, H97, H120, Z115 y H73 con 44.6, 42.3, 36.2, 35.8 y 34.2 panículas respectivamente, fueron estadísticamente iguales entre sí y conformaron el último grupo con el menor número de panículas por planta.

Para esta variable se observa una amplia variabilidad genética ya que el rango entre el valor mínimo (34.2) y el máximo (107.7) fue de 73.5 panículas por planta.

En la primera evaluación no se observaron diferencias en el número promedio de panículas por planta de los híbridos y el promedio de las tres variedades. El mayor incremento en panículas fue de la primera a la segunda lectura, con 14 días transcurridos, los híbridos incrementaron un 343% la producción de panículas y las variedades un 553%. Los híbridos en la segunda lectura promediaron 24.2 y las variedades 36.9 panículas, con una diferencia entre ellos de 12.7 panículas. Común, en la tercera lectura con 107.7 panículas, fue la variedad con mayor producción de panículas, superando a CII con un 35.8% y a Z115 en un 200%. Transcurrieron 14 días de la segunda a la tercera evaluación, los incrementos en panículas en los híbridos fueron un poco más del doble y las variedades tuvieron un incremento similar.

En esta investigación, la producción de panículas en la última evaluación es inferior al reportado por Hernández (2016) quien bajo las mismas condiciones ambientales de Saltillo, Coah., evaluó nueve genotipos de zacate buffel, incluyendo a la variedad Común como testigo. Él reporta un rango de 51.6 para el genotipo 10 hasta 164 panículas por planta para Común. Él obtuvo 52.3% más panículas para Común que en esta investigación. Estas diferencias son aún mayores con respecto a los datos reportados por Gómez *et al.* (2016), quienes obtuvieron 211 panículas por planta para Común, que representa un 95.9 % más panículas que las

obtenidas en esta investigación. El genotipo H73 obtuvo el menor número de panículas (34.2), este valor es más bajo comparado con los valores mínimos de 51.6 y 140 panículas por planta, obtenidos por Hernández (2016) y Aldaco (2017) respectivamente. Esto demuestra la amplia variabilidad genética que se libera en las especies apomícticas cuando se rompe la barrera de la apomixis (Bashaw, 1975). Por otra parte, Conde *et al.* (2011a) en un estudio realizado con las variedades de zacate buffel: Común, Nueces, T-1754 y Formidable, bajo dos ambientes agroecológicos, registran valores más bajos a los encontrados en esta investigación. Ellos reportan un valor promedio para las cuatro variedades de 24.15 y 10.02 panículas por planta para las localidades de Victoria y Tula, Tamaulipas respectivamente y para la variedad Común 23.56 y 8.96 panículas por planta para Victoria y Tula, respectivamente. Ellos mencionan que la producción de semilla de zacate buffel es afectada por el ambiente agroecológico, en que se desarrollan.

Variables del Tallo más Alto

Número de Nudos

El ANVA para el número de nudos del tallo más alto indicó diferencias altamente significativas entre tratamientos, y las fuentes de variación columnas e hileras no mostraron diferencias significativas (Cuadro A7).

La comparación de medias para esta variable se presenta en el Cuadro 3; donde se observan dos grupos de medias, el primer grupo encabezado por el genotipo H121 que obtuvo 8.1 nudos, fue

estadísticamente igual a H73, H120, Z115, H97 con 7.7, 7.7, 7.6 y 7.5 nudos respectivamente. Común fue el que mostró el menor número de nudos (5.6), siendo estadísticamente igual a los genotipos H18 (6.1) y a CII (5.8). Común en esta variable se distinguió de los cinco genotipos del primer grupo de medias: Z115 y cuatro de sus híbridos.

Cuadro 3. Comparación de medias de características del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.

Genotipo	Número de Nudos	Longitud Entrenudos cm	Grosor de los Nudos mm
H121	8.1 a	7.5	3.0 abc
H73	7.7 a	8.0	3.2 a
H120	7.7 a	8.3	3.3 a
Z115	7.6 a	7.8	3.1 ab
H97	7.5 a	8.1	3.2 a
H18	6.1 b	7.9	2.6 cd
CII	5.8 b	8.7	2.7 bcd
Común	5.6 b	8.3	2.5 d

Medias con la misma literal en una columna son estadísticamente iguales (DMS $\alpha < 0.05$).

Longitud de Entrenudos

El análisis de varianza realizado para la longitud de entrenudos del tallo más alto, no detectó diferencias significativas entre tratamientos, pero

detectaron diferencias altamente significativas entre hileras y entre columnas, (Cuadro A8).

Común no se diferenció de ningún genotipo en esta variable, el valor promedio para la longitud de entrenudos del tallo principal fue de 8.0 cm con un rango de 7.5 para H121 a 8.7 cm para CII con una diferencia entre estos valores de 1.2 cm (Cuadro 3). Las tres variedades tuvieron una longitud de entrenudos promedio de 8.26 cm y los híbridos apomícticos de 7.96 cm.

Grosor de los Nudos

El análisis de varianza realizado para el grosor de los nudos detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos, diferencias significativas entre hileras y no significativas entre columnas, con un 95 y 99 % de confiabilidad (Cuadro A9).

La prueba de comparación de medias detectó cuatro grupos de medias, el rango para el grosor de los nudos fue de 2.5 a 3.3 mm. El genotipo H120 obtuvo 3.3 mm siendo el de mayor grosor, Común fue el que obtuvo los nudos más delgados (2.5 mm), con una diferencia entre estos valores de 0.8 mm. El genotipo H120 fue estadísticamente igual a H97, H73, Z115 y H121 con 3.2, 3.2, 3.1 y 3.0 mm respectivamente, el genotipo CII obtuvo 2.7 mm fue estadísticamente igual a H121 y a Z115; en el último grupo se encontró a CII, H18 y a Común, con 2.7, 2.6, y 2.5 mm, respectivamente (Cuadro 3).

Ramificaciones y Panículas

Se contabilizó el número de ramificaciones y panículas que produjo el tallo más alto de los genotipos, el rango para ramificaciones fue de 1.1 para H18 hasta 4.7 para el genotipo H73 con un promedio de 2.78 ramificaciones por tallo, Común obtuvo un valor de 1.3 ramificaciones. El número de panículas del tallo principal mostró un amplio rango desde 1.2 panículas para los genotipos H120 y H121 hasta cinco panículas para Común, con un promedio para los genotipos evaluados de 2.5 panículas en el tallo principal.

Características de la Inflorescencia del Zacate Buffel

Longitud de la Panícula

El ANVA para la longitud de la panícula reportó diferencias altamente significativas entre tratamientos, diferencias significativas entre hileras y no detectó diferencias significativas entre columnas (Cuadro A10).

En el Cuadro 4 se encuentra la comparación de medias para la longitud de la inflorescencia, mostró tres grupos de medias, donde destacan los genotipos H73, Z115 y H121 al tener las panículas de mayor longitud con 7.8 cm y fueron estadísticamente iguales a los genotipos H97, CII y H120 con 7.5, 7.2 y 7.1 cm respectivamente. Común tuvo las panículas de menor tamaño (5.9 cm) y fue estadísticamente diferente al resto de los genotipos. La longitud promedio de la panícula de los híbridos fue de 7.4 cm, valor muy similar al obtenido por Z115 (7.8 cm), quien es el progenitor masculino de los híbridos, pero las panículas de estos fueron 25.4% más largas que las de Común.

González *et al.* (2016) en un estudio realizado en la misma localidad con ocho híbridos apomicticos incluyendo Común como testigo reportan valores de longitud de panícula de 6.78 cm para Común y 9.5 cm para G10.

Conde *et al.* (2011b) en un estudio realizado en el estado de Tamaulipas con cuatro variedades de zacate buffel encontraron una longitud de panícula promedio de 6.39 cm bajo polinización libre y 6.73 con autopolinizaciones. Valores más bajos para longitud de panícula son reportados por Conde *et al.* (2011a), ellos encontraron longitudes de panícula promedio de 6.93 y 4.67 cm para Victoria y Tula, Tamaulipas respectivamente.

Cuadro 4. Comparación de medias de características de la inflorescencia de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.

Genotipo	Longitud de Panícula cm	Involucros por Panícula	
		No.	mg
H73	7.8 a	106 a	286.6 a
Z115	7.8 a	93 ab	282.4 ab
H121	7.8 a	98 a	283.9 ab
H97	7.5 ab	86 abc	280.0 b
CII	7.2 ab	75 bcd	283.7 ab
H120	7.1 ab	94 ab	280.4 ab
H18	6.8 b	67 cd	285.7 ab
Común	5.9 c	57 d	284.3 ab

Medias con la misma literal en una columna son estadísticamente iguales (DMS $\alpha < 0.05$).

Se observa que los genotipos con inflorescencias más largas son los que tuvieron el mayor número de involucros. El coeficiente de correlación

entre estas variables fue altamente significativo con valor de 0.77 lo que indica una asociación directa entre estas variables.

Producción y Peso de Involucros de Panícula

El análisis de varianza realizado para la producción de involucros por panícula detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos, no se detectaron diferencias significativas entre hilera y ni entre columnas. Sin embargo, en el ANVA realizado para el peso de involucros por panícula no se detectaron diferencias significativas entre las fuentes de variación tratamientos, hileras y columnas (Cuadro A11 y A12).

La prueba de comparación de medias de la producción de involucros por panícula mostró cuatro grupos de medias, el genotipo H73 obtuvo el mayor número de involucros (106) siendo estadísticamente igual a los genotipos: H121, H120, Z115 y H97 con 98, 94, 93 y 86 involucros por panícula respectivamente, CII se colocó en el sexto lugar con 75 involucros y fue igual estadísticamente a H18 (67 involucros) y a Común quien ocupó el último lugar con 57 involucros por panícula. La producción de involucros promedio para los híbridos fue de 90.2, valor muy similar al obtenido por su progenitor macho Z115 que obtuvo 93 involucros por panícula. Los híbridos superaron a Común, quien obtuvo 57 involucros en un 58.2%. González *et al.* (2016) reportan 56.9 involucros por panícula para Común y 145.6 para G10. Aldaco (2017) encontró un rango de 61 hasta 162 involucros por panícula para Común y G11 respectivamente. Estos registros son muy similares a los obtenidos en esta investigación. Por otra parte, otros

investigadores reportan valores de 59.19 y 71.57 involucros para panículas producidas bajo polinización libre y autopolinización respectivamente (Conde *et al.* 2011b), estos valores son más bajos a los obtenidos en esta investigación.

En el peso de involucros por panícula los tratamientos fueron estadísticamente iguales. Los rangos para esta variable fueron de 280 a 286.6 mg con un promedio de 283.4 mg (Cuadro 4). Común no se distinguió de ningún genotipo, en esta variable. Estos valores son superiores a los reportados por Conde *et al.* (2011b) e Hinojosa (2000) quienes encontraron 0.08 gr y 0.15 gr por panícula, superados en esta investigación en un 253% y 88.66%, respectivamente.

Densidad de la Panícula

En el Cuadro A13 se presenta el análisis de varianza realizado para la densidad de la panícula, este análisis indicó diferencias altamente significativas entre tratamientos, y las fuentes de variación hileras y columnas no mostraron diferencias significativas para esta variable.

La prueba de comparación de medias para la densidad de la panícula muestra dos grupos de medias, el genotipo H73 obtuvo la mayor densidad con 13.2 involucros/cm de raquis y fue estadísticamente igual a los genotipos H120, H121, Z115 y a H97 con 13.0, 12.4, 11.7 y 11.5 respectivamente. Común obtuvo la menor densidad con 9.5 y fue estadísticamente igual a H18 (9.8), CII (10.1), H97 y a Z115. Esto implica que Común tiene los involucros más separados en el raquis y por lo tanto

tiene una menor cantidad de involucros por panícula. La densidad promedio de los híbridos fue de 11.98 y de Z-115 fue 11.7 lo que indica que este carácter está controlado genéticamente (Cuadro 5).

Producción y Peso de Cariópsides por Panícula

Los análisis de varianza realizados para la producción y peso de cariópsides por panícula no detectaron diferencias significativas, entre tratamientos, hileras y entre columnas (Cuadro A14 y A15).

Cuadro 5. Comparación de medias de las características de la inflorescencia de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.

Genotipo	Densidad de Panícula	Cariópsides por Panícula	
		No.	mg
H73	13.2 a	99	70.4
H120	13.0 a	78	34.6
H121	12.4 a	85	54.5
Z115	11.7 ab	70	53.8
H97	11.5 ab	64	35.7
CII	10.1 b	77	50.0
H18	9.8 b	85	66.2
Común	9.5 b	83	60.3

Medias con la misma literal en una columna son estadísticamente iguales (DMS $\alpha < 0.05$).

El rango en la producción de cariópsides por panícula en los ocho genotipos fue de 64 para H97 hasta 99 para H73 con una diferencia entre estos valores de 35 cariópsides, con un promedio de 80 cariópsides por panícula. Hernández (2016) reporta 82 cariópsides por panícula para Común, valor muy similar al obtenido en esta investigación (83). Briones

(1991) y Aldaco (2017) reportan para Común valores de 58 y 56 cariósides por panícula respectivamente. Conde *et al.* (2011b) reportan valores promedio de 14 cariósides por panícula, para cuatro variedades de zacate buffel bajo autofecundación y polinización libre; así mismo Hinojosa (2000) en su estudio reporta 13.6 cariósides por panícula, estos valores fueron superados en un 471.4% y 488.8% respectivamente en esta investigación.

El peso de cariósides por panícula tuvo el mismo comportamiento, los genotipos fueron estadísticamente iguales entre sí, con un rango de 34.6 mg para H120 hasta 70.4 mg para H73 con un promedio de 53.1 mg (Cuadro 5). El valor promedio del peso de cariósides por panícula de los ocho genotipos de esta investigación es similar al valor de 76.9 reportado por Hernández (2016), sin embargo, superó al valor de 0.008 gr reportado por Conde *et al.* (2011b) en un 553.75%. Los reportes de Hinojosa (2000) de 0.015 gr y de Rubio *et al.* (2003) de 0.001 gr también fueron inferiores a los de esta investigación.

Porcentaje de Fertilidad

El análisis de varianza realizado para esta variable detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos, pero no se detectaron diferencias significativas entre las fuentes de variación hileras y columnas (Cuadro A16). En semillas brozosas como es el caso del zacate buffel es importante conocer si las semillas comerciales (involucros) tienen cariósides o no, de ahí la importancia de determinar el porcentaje de fertilidad de los genotipos.

En el Cuadro 6 se encuentra la comparación de medias del porcentaje de fertilidad donde se observan tres grupos de medias, en el primer grupo se destaca Común que obtuvo 148 % y fue estadísticamente igual a H18 (129 %). Estos porcentajes mayores de 100 % indican que los genotipos tienen involucros fértiles con más de un cariósida. CII obtuvo 98 % y fue estadísticamente igual a H73 (92 %), H121 se colocó en el tercer grupo estadístico con 87 % fue estadísticamente igual a H120, Z115 y a H97 con 86, 77 y 74 % respectivamente. De manera general, los porcentajes de fertilidad obtenidos en esta investigación fueron altos, además se observa un amplio rango de 74% hasta 148% con una diferencia entre estos valores de 74. El porcentaje de fertilidad de Común fue similar al encontrado por González *et al.* (2016) de 151 %. Otros porcentajes de fertilidad son reportados para Común; 95.69% (Aldaco, 2017) y 64 % (González y Gómez, 1992).

Longitud de la Cerda Principal de los Involucros

En el Cuadro A17 se encuentra el análisis de varianza realizado a la longitud de la cerda principal de los involucros, este detectó diferencias significativas entre tratamientos, diferencias altamente significativas entre columnas y no mostró significancia entre hileras.

En la comparación de medias realizada para la longitud de la cerda principal de los involucros, el valor más alto lo obtuvo H120 con 1.47 cm y fue estadísticamente igual a H73, H97, Común, H18, H121 y Z115 con 1.45, 1.42, 1.41, 1.40, 1.38 y 1.38 cm respectivamente. El valor más bajo lo obtuvo CII con 1.27 cm y fue estadísticamente diferente al resto de los genotipos. La

longitud promedio de la cerda más larga para las variedades fue de 1.358 y para los híbridos de 1.427 cm. Común no se distinguió de los híbridos en esta variable.

Cuadro 6. Comparación de medias del porcentaje de fertilidad y la longitud de la cerda principal de los involucros de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.

Genotipo	Fertilidad %	LCP (cm)
Común	148 a	1.41 a
H18	129 ab	1.40 a
CII	98 bc	1.27 b
H73	92 bc	1.45 a
H121	87 c	1.38 a
H120	86 c	1.47 a
Z115	77 c	1.38 a
H97	74 c	1.42 a

Medias con la misma literal en una columna son estadísticamente iguales (DMS $\alpha < 0.05$). LCP. Longitud de la cerda principal.

Forraje Fresco y Seco

Los análisis de varianza realizados para el peso de forraje fresco y forraje seco, no detectaron diferencias significativas entre tratamientos; en el peso de forraje fresco indicaron diferencias altamente significativas entre columnas y no significativas entre hileras. Para el peso de forraje seco se detectaron diferencias altamente significativas entre columnas y entre hileras (Cuadros A18 y A19). Estas variables no permitieron a Común distinguirse de ningún genotipo.

El valor promedio de forraje fresco de los ocho genotipos fue de 108.9 gr con un rango de 104 gr para H18 hasta 116 gr para Z-115 gr. El peso de forraje seco tuvo el mismo comportamiento, los genotipos fueron estadísticamente iguales entre sí con un rango para esta variable de 56 gr para H18 a 63 gr para Z115 y un promedio de 59.9 gr de materia seca por planta (Cuadro 7).

Aldaco (2017) en su estudio de ocho genotipos de zacate buffel reporta un rango de 57.7 a 69.2 gr/planta de forraje seco, valores muy similares a los obtenidos en esta investigación. Así mismo los resultados de Hernández (2016) varían de 60 gr a 64.7 gr de materia seca y para Común reporta 58.6 gr por planta, valor muy similar al obtenido en esta investigación.

Cuadro 7. Medias del peso de forraje fresco y forraje seco de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México. 2015.

Genotipo	Peso Forraje (gr)	
	Fresco	Seco
Z115	116	63
CII	111	58
H121	111	61
H120	111	62
Común	108	59
H73	106	60
H97	104	60
H18	104	56

CONCLUSIONES

- La altura de planta es una característica que permite distinguir morfológicamente a los híbridos de la variedad Común, esto debido principalmente porque el progenitor masculino de los híbridos es Zaragoza 115.
- Los cinco híbridos apomicticos producen menos panículas por planta que Común y se distinguen morfológicamente de esta variedad, de manera general muestran igual capacidad entre ellos para producir panículas y no se diferencian en esto de su progenitor masculino.
- De las mediciones realizadas en el tallo principal las más efectivas para distinción morfológica de los híbridos con el testigo, la variedad Común, fueron el número y grosor de los nudos.
- Las panículas de los híbridos tienen mayor longitud y más involucros que los del testigo buffel Común.
- Los híbridos en su mayoría son menos fértiles que Común y por lo tanto se esperaría que tengan menor potencial de invasión
- La gestión ante los organismos oficiales para lograr títulos de obtentor y conseguir los derechos de propiedad intelectual correspondientes es procedente para los cinco híbridos caracterizados.

LITERATURA CITADA

- Alcalá G., C. H. 1995. Origen geográfico y características biológicas del pasto buffel. Guía práctica para el establecimiento, manejo y utilización del zacate buffel. Patronato del Centro de Investigaciones Pecuarias del estado de Sonora A. C. Hermosillo, Son. México. pp. 9-14.
- Aldaco G., D. 2017. Caracterización morfológica de genotipos seleccionados del grupo elite II de zacate buffel para gestión de derechos de propiedad intelectual. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. 76 p.
- Angassa, A. and Baars, R. M. T. 2000. Ecological condition of encroached and non-encroached rangelands in Borana, Ethiopia. *African Journal of Ecology* 38: 321- 328.
- Ayerza, R. 1981. El Buffel grass, Utilidad y Manejo de una Promisoria Gramínea. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 139p.
- Bashaw, E.C. 1962. Apomixis and sexuality in buffelgrass. *Crop Sci.* 2:412-41.
- Bashaw, E. C. 1975. Problems and possibilities of apomixis in the improvement of tropical forage grasses. *In: E.C. Doll and G.O. Mott (eds.). Tropical Forages in Livestock Production Systems. Am. Soc. Agron. Special Pub No. 24. pp: 23-30.*
- Bashaw, E. C. 1976. Buffelgrass. *In: Grasses and Legumes in Texas: Development, production and utilization. Holt, E.C. and R. D. Lewis (eds.). The Texas Agric. Exp. Stat. Texas A&M Univ. College Station.*
- Bashaw, E. C. 1985. Buffelgrass origins. *In Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. The Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with the Texas Agricultural Extension Service; U. S. Department of Agriculture-Soil Conservation Service. College Station. Texas MP1575. pp. 6-8.*
- Bath, V., K. K. Dwivedi, J. P. Khurana and S. K. Sopory. 2005. Apomixis: An enigma with potential applications. Special Section: Embriology of Flowering Plants. *Current Sci.* 89 (11) 1879-1893.
- Beltrán L., S. y C. Loredó O. 2002. Reconversión de áreas agrícolas marginales a praderas de pasto buffel. Folleto Técnico Núm. 36. INIFAP- CIRNE- C. E. San Luis Potosí. S. L. P. 16 p.

- Beltrán L., S. y C. Loredó O. 2005. Manejo y rehabilitación de agostaderos de zonas áridas y semiáridas. *In: Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas* INIFAP-CIRNE-Campo Experimental San Luis. S.L.P. Libro Técnico No. 1.
- Bhattarai, S. P., J. J. Fox, and A. Y. Gyasi. 2008. Enhancing buffel grass seed germination by acid treatment for rapid vegetation establishment on railway batters. *J. A. Env.* 72:255- 262.
- Bogdan, A. V. 1997. Pastos Tropicales y Plantas Forrajeras. AGT Editor, S. A. México, D. F. 461 p.
- Bray, R. A. 1978. Evidence for facultative apomixis in *Cenchrus ciliaris*. *Euphytica* 27:801-804.
- Briones R., M. A. 1991. Características de producción de semilla de 10 materiales de zacate buffel *Cenchrus ciliaris* L. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 57 p.
- Bruno G. P., L. R.; R. P. Antonio; J. G. de Aquino A., J. Nilton M.; y I. C. de Souza A. L. 2017. Buffel grass morphoagronomic characterization from *Cenchrus* germplasm active bank. *Rev. Caatinga. Mossoró.* 30: 2: 487- 495.
- Burson, B. L., J.M. Actkinson, M.A. Hussey and R.W. Jessup, 2012. Ploidy determination of buffelgrass accessions in the USDA National Plant Germplasm System collection by flow cytometry. *South African Journal of Botany* (79) 91-95.
- Cantú B., J. E. 1989. 150 Gramíneas del Norte de México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 116 p.
- Carvalho, da S. T., E. R. Loiola, M. C. H. Oliveira, S. E. Mauro, de S. D. Soares and A. Pereira. 2011. Morphological and chemical composition of buffel grass at different heights of cutting and waste. *Rev. Tróp. Cienc. Agr. Biol.* 5 (2): 30-39.
- Celaya M. H., F. García O., C. Rodríguez J. y A. E. Castellanos V. 2015. Cambios en el almacenamiento de nitrógeno y agua en el suelo de un matorral desértico transformado a sabana de buffel (*Pennisetum ciliare* (L.) Link). *Terra Latinoamericana* 33:79-93.
- Conde L., E., J. C. Martínez G., F. Briones E. y A. J. Saldívar F. 2011a. Producción de semillas de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) bajo diferentes ambientes agroecológicos en Tamaulipas, México. *Fac. Agron. LUZ.* 28: 360-375.
- Conde L., E., A. J. Saldívar F., F. Briones E. y J. C. Martínez G. 2011. Autopolinización en la producción de semilla de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). *Agronomía Mesoamericana* 22 (1): 133-140.

- Cox J. R., M. H. Martín R., F. A. Ibarra F., J. H. Fourie, N. F. G. Rethman and D. G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African Grasses. *J. Range Manage.* 41: 127- 139.
- Cook, B.G., B. Pengelly, S.D. Brown, J.L. Donnelly, D.A. Eagles, M.A. Franco, J. Hanson, B.F. Mullen, I.J. Patrige, M. Peters and R. Schultze-Kraft. 2005. Tropical forages: An interactive selection tool. (CD-ROM) CSIRO, DPI & F, CIAT and ILRI. Brisbane, Australia.
- Cruz M., A., A. Pedroza S., R. Trejo C., I. Sánchez C., J. A. Samaniego G. y J. E. Cantú B. 2015. Alternativas y toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales en áreas degradadas de zonas áridas. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas XIV (1)* 51-60.
- De León, M. 2004. Ampliando la frontera ganadera. Informe Técnico INTA No. 1:28 p.
- De la Barrera, E. and E. Castellanos A. 2007. High temperature effects on gas exchange for the invasive buffel grass (*Pennisetum ciliare* (L) Link). *W. Biol. M.* 7:128-131.
- Dixon, R. M. and D. B. Coates. 2010. Diet quality estimated with fecal near infrared reflectance spectroscopy and response to N supplementation by cattle grazing buffel grass pasture. *Anim. F. Sci. Tec.* 58: 115- 125.
- Dwivedi, K.K., S.R Bhat, V. Bhat, B.V Bhat and M.G. Gupta. 2007. Identification of a SCAR marker linked to apomixis in buffelgrass (*Cenchrus ciliaris* L.). *Plant Sci.* (172) 788-792.
- FAO. 1982. Technical guideline for maize seed technology for agricultural development. *Seed Sci. and Tech.* 3: 415-420.
- Fisher, W.D., E.C. Bashaw and E.C. Holt. 1954. Evidence for apomixis in *Pennisetum ciliare* and *Cenchrus setigerus*. *Agron. J.* 46:401-404.
- Franco T., L. y R. Hidalgo. 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín Técnico No. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
- García, E. 1986. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen. UNAM, México D. F. pp. 246-247.
- GBI Facility. 2011. Global Biodiversity Information Facility.
- Gómez, de la F. E., H. Díaz S., A. Saldívar F., F. Briones E., V. Vargas T. y E. Grant W. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel (*Pennisetum ciliare* (L) Link) en Tamaulipas, México. *Rev. Tec. Pec. Mex.* 45: 1-17.
- Gómez M., S. 1994. Autofecundación e hibridación en un clon sexual del zacate apomítico *Cenchrus ciliaris* L. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 110p.

- Gómez M., S., J. R. González D., M. Gómez M. y D. Aldaco G. 2016. Dinámica del desarrollo de inflorescencias en líneas experimentales de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.). Acta Fitogenética. 3. p.159.
- González D., J. R. 1998. Generación de nuevos cultivares en gramíneas forrajeras apomíticas. Memorias. Primer Simposium Internacional de Semillas Forrajeras. 23-25 de septiembre. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Buenavista, Saltillo, Coah. México, Saltillo, Coahuila, México.
- González D., J. R. y S. Gómez M. 1992. Semilla pura y sus componentes en zacate buffel. Resúmenes. XIV Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. 4-9 de octubre. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. p. 467.
- González D., J. R., S. Gómez M y L. Pérez P. 1998. Componentes del rendimiento de semilla en híbridos apomíticos de *Cenchrus ciliaris* resistentes a *Pyricularia grisea*. Memorias XVII Congreso de Fitogenética. SOMEFI. Acapulco, Guerrero. p. 60.
- González D., J.R, S. Gómez M. y C. Vázquez M. 2000. Rendimiento de semilla y sus componentes en una línea hexaploide de zacate buffel. Memoria XVII Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. 15-20 oct. Irapuato, Guanajuato, México. p. 276.
- González D., J. R., S. Gómez M., J. M. Martínez R., y A. J. Hernández J. 2016. Características morfológicas de panículas del zacate buffel para distinción de variedades y gestión de derechos de propiedad intelectual. Acta Fitogenética. 3. p. 82.
- Gould, F. W. 1975. The Grasses of Texas. College Station, Texas A&M University Press.
- Griffa, S., A. Ribbota, C.E Lopez, E. Tomassino, E. Carloni, C. Luna, and K. Grunberg. 2010. Evaluation seedling biomass and its components as selection criteria form improving salt tolerance buffelgrass genotypes. J. Bri. Gras. Soc. 65:358- 361.
- Hand, M.L and A.M. Koltunow. 2014. The genetic control of apomixis: asexual seed formation. Review Genetic 197:441-450.
- Hanselka, C. W. 1988. Buffelgrass South Texas wonder grass. Rangeland 10:279-281.
- Hanselka, C.W., M.A. Hussey and F. Ibarra F. 2004. Buffelgrass. In: Segoe Rd. (ed.) Warm-Season (C4) Grasses. Agronomy Monograph No. 45. pp: 477-502. American Society of America.
- Hatch, S. L. y M. A. Hussey. 1991. Origen, taxonomía y oportunidades de mejorar genética del zacate buffel y especies afines. In: A. Aguirre, E. Candosa, y E. Gómez (eds). Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Simposium Internacional. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps. México. pp: 3-13.

- Hernández V., A. J. 2016. La propiedad intelectual de nuevas variedades de *Pennisetum ciliare* L. con base en la caracterización morfológica. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. 61p.
- Hinojosa, de ADF. 2000. Componentes del rendimiento de semilla de cuatro genotipos de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en dos ambientes de Tamaulipas. Tesis Maestría. Unidad Académica Multidisciplinaria Agronomía y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 172p.
- Holt, E.C. 1985. Buffelgrass-a brief history, In: E.C.A. Runge and J.L. Schuster (eds.) Buffel grass. Adaptation, Management and Forage Quality. The Texas Agr. Exp. Sta. in cooperation with the Texas Agric. Ext. Service; U.S. Department of Agriculture-Soil Conservation Service. College Station, Texas MP-1575. pp. 1-5.
- Hussey, M. A. and E. C. Bashaw. 1990. Avances en el mejoramiento genético del zacate buffel. IV Conferencia Internacional de Ganadería Tropical. 19 Oct. Cd. Victoria, Tamps. pp. 12-15.
- Ibarra F., F. A., Martín R. M. y J. R. Cox. 1994. Influencia del clima y suelo sobre el establecimiento y persistencia del zacate buffel. Conferencia presentada en el Simposio Internacional sobre zacate Buffel. Hermosillo, Sonora, México.
- Ibarra F., F. A., S. Moreno M., M. Martín R., F. Denogean B. y L.E. Gerlach B. 2005. La siembra de zacate Buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos ganaderos de la sierra de Sonora. Tec Pecu Méx. 43 (2):173-183.
- Ibarra F., F. A., Martín R. M. H., Hussey M. A., Burson B. L., Denogean B. F., Moreno M. S. y Ayala A. F. 2011. Variedades de zacate buffel tolerantes al frío. INIFAP. Publicación Técnica No. 3. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sonora, México.
- Ibarra F., F. M., Martín R. y A. R. Quero C. 2012. Gramíneas introducidas. Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos de México. Pasto buffel *Cenchrus ciliaris* L. Link. (*Pennisetum ciliare* Lam.). 2da. Reunión Internacional conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. pp. 85-108.
- Jessup, R.W., B.L. Burson, A.H. Paterson and M.A. Hussey. 2000. Breeding apomictic forage grasses: Molecular strategies. Proc. 55th Southern Pasture and Forage Crop Conference, Raleigh, NC.
- Jorge, M. A. B., M. Van de Wouw, J. Hanson y J. Mohammed. 2008. Characterization of a collection of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*). Trop. Grass. 42:27-39.
- Koltunow, A. M., R. A. Bicknell and A. M. Chaudhury. 1995. Apomixis: molecular strategies for the generation of genetically identical seeds without fertilization. Plant Physiol. 108: 1345-1352.

- Koltunow, A.M. and U. Grossniklaus. 2003. Apomixis: A developmental perspective. *Ann. Rev. Plant Biol.* 54:547-574.
- López D., U., y U. López Ch. 2011. Zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) un estudio sobre los efectos del pastoreo simulado y fertilización sobre su productividad y calidad nutritiva. *Agricultura Science*. Munich. GRIN Verlag. 74 pg. <http://www.grin.com/document/300540>
- Loredo O., C., S. Beltrán L., J. Villanueva D. y J. Urrutia M. 2005. Establecimiento de pasto Buffel para el control de la erosión hídrica. Folleto Técnico Núm. 26. INIFAP CIRNE C. E. San Luis Potosí, S. L. P. 32 p.
- Ludlow, M. M. 1980. Stress physiology of tropical pasture plants. *Trop. Grass.* 14:136-145.
- Marshall, V. M., M.N. Lewis and B. Ostendorf, 2012. Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. *J. A. Env.* 78:1- 12.
- Martín R., M. H. 1994. The effects of climate and spittlebug (*Aeneolamia albofasciata*) on buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) productivity in the Sonora Desert. Ph. D. Dissertation. Utah State University, Logan, Utah.
- Martínez L. J. R., Gutiérrez O. E., Barrera S. M. A., Retes L. R. 2014. Simulación estocástica para praderas de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en Marín, N. L. México. *Trop Subtrop Agroecosystems* 17:87-104.
- Morales N., C. R. 1994. Características de los principales zacates forrajeros para zonas áridas. INIFAP. Folleto Técnico No. 2 CIRNOC. Campo Experimental La Campana. Chihuahua, México.
- Mseddi, K., M. Visser, M. Neffati, D. Reheul and M. Chater. 2002. Seed and spike traits from remnant populations of *Cenchrus ciliaris* L. in South Tunisia: high distinctiveness, no ecotypes. *Journal of Arid Environments* 50: 309-324.
- Osuna R., O.M. 1986. Validación de nueve materiales de zacate buffel bajo condiciones de temporal en Zaragoza, Coah. *In: Avances de Investigación Agrícola de Riego y Temporal*. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste (CIAN). INIFAP. pp. 141-142.
- Pessino S., J.P. Ortiz, V. Echenique, A. González, G. Seijo y A. Quarín. 2008. Apomixis: Una herramienta poderosa para el mejoramiento. *Revista Facultad de Ciencias Agrarias*. UNR 12.
- Poey, F. 1982. La descripción varietal: Fundamentos para el control de la pureza genética de las semillas. Reunión Regional de Semillas en la 8ª Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, PCCMCA. 210 p.
- Quiroga, M., K. Grunber, A. Ribotta, C. E. López, E. Carloni, E. Tommasino, C. Luna and S. Griffa. 2013. Obtaining sexual genotypes for breeding in buffel grass. *Sou. Afr. J. Bot.* 88:118-123.

- Ramírez G., F., M. H. Reyes V., J. R. González D., S. Gómez M. y V. Robledo T. 1998. Determinación del número cromosómico en seis materiales de zacate buffel. Memorias XVII Congreso de Fitogenética. SOMEFI. Universidad Autónoma de Guerrero. México. p. 397.
- Robles S., R. 1983. Producción de Granos y Forrajes. Ed. Limusa. Segunda Edición. México, D. F. 587 p.
- Rubio, A., F. A., J. R. Reynaga, V. H. Díaz S. y R. Morones R. 2003. Respuesta productiva del zacate buffel CV T-3686 en dos ambientes de suelo de un matorral de gobernadora (*Larrea tridentada*). Agraria UAAAN 19 (1): 37-58.
- SAGARPA. 2004. Anuario Estadístico de Coahuila de Zaragoza, Tamaulipas y Nuevo León. USIEG. Agricultura.
<http://www.diputados.gob.mx/USIEG/anuarios/Coahuila/Tamaulipas/nuevoAgricultura.xls>. Consultado marzo 2018.
- SAS (Statistical Applied System). 2004. SAS/STAT 9.4 Guide Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 5121 p.
- Sherwood, R.T., B.A. Young, and E.C. Bashaw. 1980. Facultative apomixis in buffelgrass. Crop Sci. 20:375-379.
- SNICS. 2014. Guía técnica para la descripción varietal de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). pp. 2-9. Consultado marzo 2018.
<http://snics.sagarpa.gob.mx/dov/Documents/GUIAS/Bufel.pdf>
- SNICS. 2016a. Los derechos del obtentor. <https://www.gob.mx/snics/articulos/los-derechos-del-obtentor?idiom=es>. Consultado marzo,2018
- SNICS. 2016b. La protección de las variedades vegetales en México. <https://www.gob.mx/snics/articulos/la-proteccion-de-las-variedades-vegetales-en-mexico?idiom=es>. Consultado marzo,2018
- Snyder, L. A., A. R. Hernandez and H. E. Warmke. 1955. The mechanism of apomixis in *Pennisetum ciliare*. Bot. Gaz. 116:209-221.
- Torres M., J. J. 2005. Segregación del modo de reproducción en cruces de zacate buffel (tetraploides sexual x hexaploide apomíctico). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 85p.
- USDA. 2018. Classification for kingdom plantae. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation. USA. <http://plants.usda.gov> consultado: Marzo, 2018.
- Visser, N.C., J.J. Spies and H.J.T. Venter. 1998. Aneuploidy in *Cenchrus ciliaris* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae): Truth or fiction? S. Afr. J. Bot. 64 (6): 337-345.

- Ward, J. P., S. E. Smith and M. P. McClaran. 2006. Water requirements for emergence of buffelgrass (*Pennisetum ciliare*). *W. Sci.* 54: 720- 725.
- Whiteman, P. C., L. R. Humphreys and V. H. Nanteith. 1974. *Cenchrus ciliaris* L. (Buffel grass). *A Course manual in tropical pastures science.* pp. 306-312. USA.

APÉNDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza de altura de planta (primera lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 17 octubre 2015, Saltillo, Coah, México.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	270.359	38.622	3.08**	2.24	3.10
Columnas	7	333.359	47.622	3.80**	2.24	3.10
Tratamientos	7	1708.109	244.015	19.48**	2.24	3.10
Error Exp.	42	526.156	12.527			
Total	63	2837.984			CV=5.9%	

**= Altamente significativo

Cuadro A2. Análisis de varianza de altura de planta (segunda lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 31 octubre 2015, Saltillo, Coah, México.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	377.859	53.979	2.15*	2.24	3.10
Columnas	7	613.359	87.622	3.49**	2.24	3.10
Tratamientos	7	4356.109	622.301	24.80**	2.24	3.10
Error Exp.	42	1053.906	25.093			
Total	63	6401.234			CV=7.6%	

**= Altamente significativo, *=significativo

Cuadro A3. Análisis de varianza de altura de planta (tercer lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 07 diciembre 2015, Saltillo, Coah, México.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	260.609	37.229	1.18 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	378.609	54.087	1.72 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	3134.359	447.765	14.21**	2.24	3.10
Error Exp.	42	1323.906	31.521			
Total	63	5097.484			CV=8.4%	

**= Altamente significativo, NS=No significativo

Cuadro A4. Análisis de varianza de la producción de panículas por planta (primera lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 03 de octubre 2015, Saltillo, Coah, México.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	96.609	13.801	0.69 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	350.859	50.122	2.50*	2.24	3.10
Tratamientos	7	329.859	47.122	2.35*	2.24	3.10
Error Exp.	42	840.656	20.015			
Total	63	1617.984			CV=81%	

*= Significativo, NS=No significativo

Cuadro A5. Análisis de varianza de la producción de panículas por planta (segunda lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 17 de octubre 2015, Saltillo, Coah, México.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	331.250	47.321	0.55 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	2345.750	335.107	3.92**	2.24	3.10
Tratamientos	7	15494.250	2213.464	25.86**	2.24	3.10
Error Exp.	42	3594.750	85.589			
Total	63	21766.000			CV=31.9%	

**= Altamente significativo, NS= No significativo

Cuadro A6. Análisis de varianza de la producción de panículas por planta (tercera lectura) de ocho genotipos de zacate buffel. 31 de octubre 2015, Saltillo, Coah, México.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	2445.187	349.312	1.56 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	2487.687	355.383	1.59 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	46832.437	6690.348	29.88**	2.24	3.10
Error Exp.	42	9405.625	223.943			
Total	63	61170.937			CV=25%	

**= Altamente significativo, NS= No significativo

Cuadro A7. Análisis de varianza de la producción del número de nudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	5.2343	0.7477	1.83 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	4.9843	0.7120	1.74 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	55.4843	7.9263	19.40 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	17.1562	0.4084			
Total	63	82.8593			CV=9%	

**= Altamente significativo, NS= No significativo

Cuadro A8. Análisis de varianza de la longitud de entrenudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	19.333	2.761	3.23 ^{**}	2.24	3.10
Columnas	7	29.919	4.274	5.00 ^{**}	2.24	3.10
Tratamientos	7	7.485	1.069	1.25 ^{NS}	2.24	3.10
Error Exp.	42	35.875	0.854			
Total	63	92.614			CV=11%	

**= Altamente significativo, NS=No significativo

Cuadro A9. Análisis de varianza del grosor de nudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	3.4783	0.4969	2.96 [*]	2.24	3.10
Columnas	7	1.1017	0.1573	0.94 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	4.9653	0.7093	4.22 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	7.0595	0.1680			
Total	63	16.6048			CV=13%	

**= Altamente significativo, *=Significativo, NS=No significativo

Cuadro A10. Análisis de varianza de la longitud de panículas de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	12.3435	1.7633	2.63*	2.24	3.10
Columnas	7	3.9385	0.5626	0.84 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	25.8260	3.6894	5.50**	2.24	3.10
Error Exp.	42	28.1490	0.6702			
Total	63	70.2573			CV=11%	

**= Altamente significativo, *= Significativo, NS= No significativo

Cuadro A11. Análisis de varianza de la producción de involucros por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	5853.234	836.176	1.75 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	4362.484	623.212	1.30 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	15756.484	2250.926	4.70**	2.24	3.10
Error Exp.	42	20113.906	478.902			
Total	63	46086.109			CV=25.8%	

**= Altamente significativo, NS= No significativo

Cuadro A12. Análisis de varianza del peso de involucros por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	40889.611	5841.373	1.41 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	28849.858	4121.408	1.00 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	30225.696	4317.956	1.04 ^{NS}	2.24	3.10
Error Exp.	42	173719.756	4136.184			
Total	63	273684.922			CV=2.2 %	

NS= No significativo

Cuadro A13. Análisis de varianza de la densidad de la inflorescencia de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	43.135	6.162	1.38 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	42.966	6.138	1.37 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	116.016	16.573	3.70 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	187.890	4.473			
Total	63	390.009			CV=18.4%	

**= Altamente significativo, NS= No significativo

Cuadro A14. Análisis de varianza de la producción de cariósides por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	8331.359	1190.194	0.78 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	8475.859	1210.837	0.80 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	6320.859	902.979	0.59 ^{NS}	2.24	3.10
Error Exp.	42	63781.656	1518.610			
Total	63	86909.734			CV=48.6 %	

NS= No significativo

Cuadro A15. Análisis de varianza del peso de cariósides por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	9771.491	1395.927	0.79 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	11302.211	1614.601	0.92 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	9450.096	1350.013	0.77 ^{NS}	2.24	3.10
Error Exp.	42	74051.894	1763.140			
Total	63	104575.692			CV=78.8%	

NS= No significativo

Cuadro A16. Análisis de varianza del porcentaje de fertilidad de la inflorescencia de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	9974.597	1424.942	0.92 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	5827.293	832.470	0.54 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	38369.086	5481.298	3.54 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	64966.296	1546.816			
Total	63	119137.273			CV=39.7%	

**= Altamente significativo, NS= No significativo

Cuadro A17. Análisis de varianza de la longitud de la cerda principal de los involucros de la inflorescencia de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	0.0635	0.0090	0.76 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	0.4235	0.0605	5.04 ^{**}	2.24	3.10
Tratamientos	7	0.1985	0.0283	2.36 [*]	2.24	3.10
Error Exp.	42	0.5040	0.0120			
Total	63	1.1898			CV=7.8%	

**= Altamente significativo, *= Significativo, NS= No significativo

Cuadro A18. Análisis de varianza del peso de forraje verde de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	2091.234	298.747	1.37 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	11390.484	1627.212	7.48 ^{**}	2.24	3.10
Tratamientos	7	967.484	138.212	0.64 ^{NS}	2.24	3.10
Error Exp.	42	9133.656	217.468			
Total	63	23582.859			CV=13.5%	

**= Altamente significativo, NS= No significativo

Cuadro A19. Análisis de varianza del peso de forraje seco de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coah, México, 2015.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	534.523	76.360	3.58**	2.24	3.10
Columnas	7	867.103	123.871	5.81**	2.24	3.10
Tratamientos	7	304.278	43.468	2.04 ^{NS}	2.24	3.10
Error Exp.	42	894.709	21.302			
Total	63	2600.614			CV=7.6%	

**= Altamente significativo, NS= No significativo