

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Caracterización Morfológica de Genotipos Seleccionados del Grupo Elite II de
Zacate Buffel para Gestión de Derechos de Propiedad Intelectual

Por:

DANIEL ALDACO GÓMEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Caracterización Morfológica de Genotipos Seleccionados del Grupo Elite II de
Zacate Buffel para Gestión de Derechos de Propiedad Intelectual

Por:


DANIEL ALDACO GÓMEZ


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


Dr. Jorge Raúl González Domínguez
Coasesor


Dr. Juan Manuel Martínez Reyna
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.
Mayo, 2017

AGRADECIMIENTOS

Gracias **a Dios**, por darme la gracia de terminar una etapa más, una etapa que fue para mí un reto y que con empeño y dedicación logré terminar. Hoy doy gracias a Dios por darme un día más, ya que, gracias a él, he llegado a las metas que trace a lo largo de mi vida y sé que el estará conmigo siempre, cuidándome y, sobre todo, bendiciéndome en cada una de las próximas.

También doy gracias a la **Dra. Susana Gómez Martínez** y **Dr. Jorge Raúl González Domínguez** por permitirme trabajar en su proyecto, ya que gracias a sus conocimientos y aportaciones logre concretar este trabajo, el cual no hubiera sido posible sin su apoyo y colaboración.

Doy gracias **a mi Familia** por darme su apoyo y alentarme a seguir cumpliendo cada una de mis metas, poniendo la fe en mí para lograr cualquier cosa que me proponga. Gracias a mi familia, hoy cumplo un sueño más, y sé que este será el primero de muchos más.

Doy gracias a las personas que se fueron y a las personas que llegaron a mi vida en el transcurso de mi carrera, porque a pesar de lo difícil que fue, ellas se quedaron conmigo, en especial esa persona que me brindó su apoyo, su amor, su comprensión y toda su fe. Doy gracias a esa persona que llegó para quedarse, la cual admiro y le tengo un enorme cariño.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo **a Dios** por ser mí motor, por guiarme por el buen camino y por no dejarme vencer.

Dedico este trabajo a mis padres:

Sr. Jesús Aldaco Hernández

y

Sra. Sandra Gómez Martínez

Por ser parte fundamental en mi vida, siendo ellos mi mejor ejemplo a seguir, por enseñarme a luchar por lo que quiero y por demostrarme que puedo aun cuando tropiece en el camino.

A mis hermanos: **Jessica Aldaco Gómez y Víctor Aldaco Gómez** por apoyarme, regañarme y mostrarme el camino correcto, porque a pesar de que estuve lejos, siempre los llevé en mí corazón.

También dedico este trabajo **a mis tíos**, que fueron como una segunda familia para mí abriéndome las puertas de su casa, apoyándome, guiándome y sobre todo alentándome a seguir con mis sueños.

Por último, dedico el presente trabajo a mi **ALMA TERRA MATER** por abrirme las puertas, brindándome momentos de alegría, de estrés, de tristeza y sobre todo, por darme el privilegio de adquirir conocimientos por medio todos los docentes que me instruyeron en sus clases.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	4
Hipótesis	5
REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
Caracterización Morfológica	6
Propiedad Intelectual.....	10
Derechos que Otorga el Título de Obtentor:.....	12
Origen del Zacate Buffel.....	14
Distribución Geográfica del Zacate Buffel.....	14
Características Edafológicas y Climatológicas del Zacate Buffel.....	17
Clima	20
Temperatura.....	21
Características Morfológicas del Zacate Buffel.....	22
Sistema Radicular	22
Tallos.....	23
Hojas	24
Inflorescencia.....	24
Modo de Reproducción del Zacate Buffel	25
Apomixis	26
Clasificación de la Apomixis	27
Ventajas de la Apomixis	29
MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
Localización del Experimento	30
Características Climáticas	30
Material Genético	31
Común T-4464.....	31
Metodología.....	32
Siembra en Invernadero.....	32
Transplante	32

Diseño Experimental.....	33
Manejo Agronómico	33
Caracterización Morfológica	34
Análisis Estadístico	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
Número de Inflorescencias por Planta.....	38
Altura de Planta	42
Longitud de Entrenudos del Tallo mas Alto	45
Número de Nudos del Tallo más Alto	47
Grosor de Nudos del Tallo más Alto	48
Número de Macollos del Tallo más Alto	49
Número de Panículas del Tallo más Alto	50
Longitud de Panícula.....	51
Número de Involucros por Panícula.....	53
Peso de Involucros por Panícula	54
Densidad de Panícula.....	55
Número de Cariópsides por Panícula.....	57
Peso de Cariópsides por Panícula	58
Porcentaje de Fertilidad.....	59
Longitud de la Cerda más Larga	61
Rendimiento de Biomasa Verde	62
Rendimiento de Biomasa Seca.....	63
CONCLUSIONES	66
LITERATURA CITADA	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1	ANVA de número de inflorescencias por planta en tres fechas de evaluación de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	38
2	Comparación de medias de número de inflorescencias por planta de ocho genotipos de zacate buffel en tres fechas de evaluación. Saltillo, Coahuila. 2015.....	39
3	ANVA de altura de planta en tres fechas de evaluación de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 201.....	42
4	Comparación de medias de altura de planta en tres fechas de evaluación de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	43
5	ANVA de longitud de entrenudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	45
6	Comparación de medias de longitud de entrenudos, número de nudos y grosor de nudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.	46
7	ANVA de número de nudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	47
8	ANVA de grosor de los nudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	48
9	ANVA de número de macollos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 201.....	49
10	Comparación de medias de número de macollos y número de panículas del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	50
11	ANVA de número de panículas del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015	51
12	ANVA de longitud de panículas de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015	51
13	Comparación de medias de longitud de panícula, número y peso de involucros de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	52
14	ANVA de número de involucros por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	53

Cuadro No.		Pág.
15	ANVA de peso de involucros por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	54
16	ANVA de densidad de panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	56
17	Comparación de medias de densidad de panícula, número y peso de cariósides por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	56
18	ANVA de número de cariósides por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	57
19	ANVA de peso de cariósides por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	58
20	ANVA de porcentaje de fertilidad de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	60
21	Comparación de medias de porcentaje de fertilidad y longitud de la cerda más larga de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	61
22	ANVA de la cerda más larga de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	61
23	ANVA de rendimiento de biomasa verde de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	62
24	Comparación de medias de rendimiento de biomasa verde y seca de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015	63
25	ANVA de peso seco de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura No.</i>		<i>Pág.</i>
1	Panículas promedio de híbridos apomícticos y la variedad Común de zacate buffel en tres fechas de evaluación. Saltillo, Coahuila, 2016.....	41
2	Altura promedio de híbridos y la variedad Común de zacate buffel en tres fechas de evaluación. Saltillo, Coahuila, 2016.....	44

INTRODUCCIÓN

La explotación ganadera bajo condiciones de agostadero en México es una actividad que depende de los forrajes nativos o introducidos en aquellas regiones donde no es posible llevar a cabo la agricultura de riesgo. Tanto la agricultura como la ganadería cada vez se van extendiendo hacia tierras más fértiles, en el caso de la agricultura, o hacia áreas con una mejor vegetación, en el caso de la ganadería. La problemática de los agostaderos se agudiza ya que las zonas con poca vegetación o marginales quedan sin manejo agronómico o ganadero y se deterioran por los diferentes tipos de erosión (eólica, hídrica, genética, etc.), lo que provoca el crecimiento de los desiertos o tierras poco fértiles con el paso de los años. La peor combinación para la condición del pastizal es la agricultura de alto riesgo junto con la ganadería extensiva (Rowntree *et al.*, 2004).

Géneros tropicales de gramíneas con un alto valor forrajero evolucionaron en África gracias a distintos tipos de selección, como: la gran diversidad de rumiantes que se encuentran en África, hábito de pastoreo, densidades de poblaciones, sequías, fertilidad de suelo, etc. Fue tan fuerte la presión de la evolución, que llevó a estas gramíneas a cambiar al modo de reproducción, que se conoce como apomixis.

Este tipo de reproducción fue considerado como una barrera para el mejoramiento genético, pero en la actualidad es un gran reto y una nueva herramienta para aprovechar y mejorar el recurso genético de las especies. Tal es así, que se está tratando de incorporar este modo de reproducción a las especies cultivadas.

El zacate buffel es una de las especies nativas de África más importantes, es utilizada en casi todos los continentes con distintos fines: en praderas para alimentación de ganado: bovino, caprino, ovino, etc. También es utilizado para rehabilitar terrenos erosionados, praderas desgastadas, estabilizar áreas desmontadas y barrancosas y para evitar la pérdida de suelos, ya sea por escurrimientos de agua o por fuertes rachas de viento que desgastan las capas superiores del suelo. El zacate buffel tiene un valor muy importante en México, en especial en las zonas de ganadería extensiva de nuestro país, debido a las siguientes características agronómicas: Facilidad de establecimiento, persistencia, tolerancia a las sequías, alta producción de forraje y valor nutritivo para el ganado y una excelente alternativa para rehabilitación de agostaderos degradados.

Por ser buffel una especie forrajera, con amplia utilización en las zonas semiáridas, y con un proceso fotosintético C4 puede ser utilizada en servicios ambientales ya que tiene la capacidad de capturar una mayor cantidad de CO₂; así mismo, en su sistema radicular almacena una gran cantidad de carbohidratos. El zacate buffel es una especie introducida al continente Americano, lo que implica que su variabilidad genética es reducida, esto es un problema ya que

hace más de 50 años aproximadamente que se liberó la primera variedad de esta especie, llamada T-4464 o Común. Esto quiere decir que esta variedad contiene una uniformidad genética muy grande, que la hace vulnerable a factores bióticos y abióticos. Otro factor importante responsable de la uniformidad genética de la especie, es el modo de reproducción apomíctico del zacate buffel, o sea que la progenie es una copia exacta a la planta madre debido a que la fertilización no es necesaria para producir un embrión y por tanto una planta.

Actualmente es necesaria la generación de nuevos genotipos de zacate buffel, para ampliar la base genética y con esto, obtener características favorables como: mayor producción de forraje, mayor tolerancia a heladas, tolerancia a sequías y una mayor capacidad de captación de CO₂.

El Programa de Pastos del Departamento de Fitomejoramiento en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ha incrementado la variabilidad genética del zacate buffel. En el 2006 se realizaron cruzamientos entre el clon sexual TAM CRD B-1 (progenitor hembra) y la variedad Zaragoza-115 (progenitor macho). Se evaluaron 6000 híbridos y se seleccionaron 500 híbridos F1 por características agronómicas. Se determinó el modo de reproducción de estos híbridos a través de pruebas de progenie (Gómez, 2009). Después de una serie de evaluaciones se seleccionaron siete híbridos apomícticos por rendimiento de forraje y semilla, así como resistencia al tizón del zacate buffel y tolerancia a heladas.

Los derechos de propiedad intelectual (DPI) son derechos otorgados por las autoridades Gubernamentales para controlar determinados productos del esfuerzo intelectual y del ingenio humano (OCDE, 1996). La Ley Federal de Variedades Vegetales establece que para que una variedad vegetal sea objeto de protección deberá cumplir con los siguientes requisitos: novedad, diferente, estable y homogénea.

El conocimiento del zacate buffel, en su morfología y comportamiento es primordial para la caracterización de los nuevos genotipos con atributos agronómicos con posibilidad de tramitarles la propiedad intelectual. Por ello la presente investigación consistió en caracterizar siete híbridos apomícticos del Grupo Élite II (GE II) de zacate buffel, contrastándolos con la variedad Común, permitiendo observar y determinar diferencias y similitudes entre sí, para posteriormente identificar los genotipos potenciales que pudieran superar a Común en características agronómicas deseables, para gestionar los derechos de Propiedad Intelectual de estos híbridos. Con base en lo anterior se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivos

- Caracterizar morfológicamente siete híbridos apomícticos del GE II de zacate buffel y compararlos entre ellos, para determinar diferencias y similitudes significativas.
- Detectar los caracteres morfológicos en los que se diferencian los híbridos de la variedad Común.

- Identificar los híbridos con mejores características agronómicas para producción comercial.

Hipótesis

Los híbridos apomícticos de zacate buffel evaluados en esta investigación poseen características morfológicas que les permiten distinguirse de la variedad Común.

Palabras Clave: *Pennisetum ciliare* L., Altura de Planta, Biomasa, Densidad de Panícula, Involucros.

REVISIÓN DE LITERATURA

Caracterización Morfológica

En las especies vegetales existe una gran diversidad de características como son: tamaño, forma, estructura y hábitat que pueden ser observadas y reconocidas por cualquier persona sin adiestramiento alguno; pero si se quiere conocer y comparar sus aspectos macroscópicos y microscópicos como son: su reproducción, forma y estructura; para tener una interpretación de similitudes y diferencias es necesario realizar una revisión exhaustiva del estudio morfológico a través de técnicas rigurosas y observaciones meticulosas que solo un investigador puede realizar (Franco-Hidalgo, 2003).

En la caracterización de una especie se estima la variabilidad existente en el genoma de la población de individuos que la conforman. Así, el genoma de las especies de animales o plantas contiene toda la información codificada en forma de genes que se necesitan tanto para establecer su identidad morfológica como para desarrollar todos los procesos y funciones vitales para su supervivencia (Franco-Hidalgo, 2003).

Los genes cumplen determinadas funciones y sus efectos pueden o no expresarse en características morfológicas de forma visual. Esto significa que hay una variabilidad que se puede detectar a simple vista y otra que, aunque no

es visible, también existe en la especie, pero se requieren de técnicas especiales para ser detectada. Por ello, es primordial identificar cuál es el nivel de variabilidad que se intenta medir o describir para determinar las herramientas o métodos estadísticos adecuados para analizar los datos resultantes de un estudio de caracterización.

El primer nivel se refiere a la caracterización de la variabilidad detectable visualmente, la cual se puede dividir en los tipos siguientes: (1) Las características responsables de la morfología y la arquitectura de la planta utilizadas en un principio para la clasificación botánica y taxonómica. (2) Características relacionadas con aspectos de manejo agronómico y de producción de la especie que son de interés para mejoradores y agrónomos. (3) Un grupo de características detectables visualmente sólo se expresan como reacción a estímulos del medio ambiente. Estos pueden ser bióticos como plagas y enfermedades; o abióticos como sequías, deficiencias de minerales y cambios en temperatura, entre otros. Este tipo de caracterización se denomina evaluación y para su correcta cuantificación, generalmente, se requieren diseños experimentales separados de la caracterización morfoagronómica (Franco-Hidalgo, 2003).

El segundo nivel se refiere a la caracterización de la variabilidad que no es detectable por simple observación visual. Esta caracterización se denomina molecular porque se refiere a la identificación de productos y/o funciones internas de la célula mediante marcadores moleculares. Si bien ya existen algunos

métodos de análisis de datos en proceso de desarrollo para estos tipos de caracterización las técnicas de laboratorio son relativamente recientes y están en continuo proceso de mejoramiento y actualización (Franco-Hidalgo, 2003).

Para las especies vegetales cultivadas son de gran utilidad estos dos tipos de caracterización, ya que proporcionan una idea clara sobre la variabilidad de interés para los fitomejoradores y los responsables de bancos de germoplasma (Franco-Hidalgo, 2003).

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:

- Diferente: La variedad se puede identificar por una o más características morfológicas o físicas que la distinguen de las otras variedades conocidas y que definen su identidad.
- Uniforme: En el sentido de que se puede describir la variación de las características esenciales y típicas.
- 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 que pueden determinar la identidad, la uniformidad y la estabilidad difieren para cada especie y aun para cada variedad; lo importante es que la descripción registrada sea útil para definir, en cada caso, estas funciones. La presencia de aristas o la resistencia a una enfermedad sirven para definir la condición de diferente; otro carácter, como la altura de la planta y la fecha de floración describe 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 que son cultivadas presentan cierto grado de variabilidad, principalmente en aquellos que son de interés para el hombre, como son el tipo y la forma de la hoja, la forma del fruto, etc. (Franco-Hidalgo, 2003).

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-Hidalgo, 2003).

La calidad genética de la semilla depende de su identidad y pureza varietal. Cada vez es mayor el número de variedades mejoradas que se obtienen

en el mundo, por lo que se ha hecho necesario que el término 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 maíz, avena y frijol, el SNICS ha elaborado una guía técnica que consta de 69, 24 y 56 descriptores respectivamente, basado en características morfológicas de los cultivos en diferentes estados de desarrollo y en información agronómica (SNICS, 2001).

Propiedad Intelectual

Los derechos de propiedad intelectual (DPI) son derechos otorgados por las autoridades Gubernamentales para controlar determinados productos del esfuerzo intelectual y del ingenio humano (OCDE, 1996).

Los diferentes objetivos políticos que subyacen en la protección de los DPI han dado forma a la estructura y evolución del sistema internacional de la propiedad intelectual. En su mayoría, las primeras leyes nacionales sobre estos derechos no otorgaban protección legal a los productos de los mismos, creados en otros países, permitiendo la explotación por parte de oportunistas que actuaban fuera de los países de origen de esos productos. La injusticia de esta situación empujó a los gobiernos a estudiar la protección de los DPI a nivel internacional a finales del siglo XIX (Helfer, 2005).

Helfer (2005) menciona que debido al limitado alcance de los acuerdos internacionales sobre DPI, no existe hasta la fecha (con excepción de la Comunidad Europea) ningún DPI internacional a disposición de los inventores y generadores que quieran comercializar sus productos más allá de sus fronteras. Al contrario, los DPI son de naturaleza territorial y se obtienen y se ejercen bajo leyes de DPI de ámbito nacional. De este modo, el inventor de una variedad de maíz genéticamente mejorada que busque protección por medio de patente para esa variedad deberá solicitar la protección en cada país en el que se desee vender el maíz.

El inventor debe reunir todos los requisitos que cada país impone para la concesión de los derechos de patente sobre la nueva variedad. Así mismo, una vez que la protección es otorgada, aspectos como el alcance de los derechos exclusivos sobre la variedad patentada de los que goza el inventor, la duración de la patente y las limitaciones impuestas a los derechos del inventor, estarán determinados por las diferentes normas nacionales (Helfer, 2005).

El registro de variedades consiste en administrar y coordinar el sistema que fomente la generación y transferencia de tecnología de variedades vegetales a fin de incrementar la producción agropecuaria a través de la integración de un marco técnico y normativo cuya operación eficaz y oportuna permita a los productores nacionales e internacionales la explotación de mejores variedades bajo un marco de certidumbre Jurídica y retribución equitativa (SNICS, 2014).

De acuerdo al Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) el derecho de obtentor de variedades (DOV) es un derecho que consiste en el reconocimiento que el Estado hace, a través del otorgamiento de un Título de Obtentor, a favor de una persona física o moral, que mediante un proceso de mejoramiento haya obtenido y desarrollado una variedad vegetal de cualquier género y especie, la cual deberá ser nueva, distinta, estable y homogénea (Helfer, 2005).

Derechos que Otorga el Título de Obtentor:

De acuerdo al SNICS (2014) con base en el título de obtentor, el Estado protege y otorga a favor de su titular los siguientes derechos:

- Ser reconocido como obtentor de una variedad vegetal. Este derecho es intransferible e imprescriptible.

Aprovechar y explotar, en forma exclusiva y de manera temporal, por sí mismo o por terceros, con su consentimiento, una variedad vegetal y su material de propagación, para su producción, reproducción, distribución o venta, así como para la producción de otras variedades vegetales e híbridos con fines comerciales (SNICS, 2014).

Según el SNICS (2014) la Ley Federal de Variedades Vegetales establece que los derechos de obtentor tendrán una duración de:

- a) Dieciocho años para especies perennes (forestales, frutícolas, vides, ornamentales) y su porta injertos.
- b) Quince años para las especies no incluidas en el inciso anterior.

Estos plazos se contarán a partir de la fecha de expedición del título de obtentor y, una vez transcurridos, la variedad vegetal, su aprovechamiento y explotación, pasarán a ser del dominio público.

De acuerdo al 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*: Cumple esta característica la variedad vegetal o su material de propagación, que al momento de presentación de la solicitud:
 - a. No se hayan utilizado en el territorio nacional, dentro del año anterior a la fecha de presentación de la solicitud de título de obtentor.
 - b. No se hayan utilizado en el extranjero, o bien la utilización se haya realizado dentro de los seis años anteriores a la presentación de la solicitud, para el caso de 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 cualquiera 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 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 sexuada o multiplicación vegetativa.

5. *Denominación:* Será considerada como su designación genérica. Para ser aprobada, deberá ser diferente a cualquiera 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 en grado de confusión a una previamente protegida.

Origen del Zacate Buffel

Debido a una amplia variabilidad de zacate buffel encontrada en la región del Transvaal y Provincias del Cabo, se consideró a Sudáfrica como el centro de origen del zacate buffel, de ahí se dispersó hacia el norte, por las regiones más secas de África y hacia los pastizales áridos del oeste de la India (Bashaw, 1985; Hussey y Bashaw, 1990). Otros autores lo reportan como originario de África Ecuatorial, África del Sur, de las regiones cálidas de India e Indonesia (Ayerza, 1981).

Distribución Geográfica del Zacate Buffel

Esta especie ocupa extensas áreas en el globo terráqueo dentro de los 45° norte y sur del Ecuador (Marshall *et al.*, 2012). 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, India, México, Norte América, Sudamérica y Pakistán (Bashaw, 1985). El

zacate buffel se encuentra ampliamente extendido en las zonas ganaderas de Etiopía (Angassa y Baars, 2000).

En 1940 investigadores sudafricanos realizaron colectas de semilla de zacate buffel en numerosas regiones semiáridas del noroeste de África, desierto de Turkana, región centro- norte de Kenia y sur de Etiopía (Holt, 1985). Estas se sembraron en la estación de introducción de plantas Ritvlei, cerca de Pretoria, para ser evaluadas con base en el establecimiento, persistencia, producción y nutrición forrajera. Esta colección sobrevivió a la sequía de 1942 y en 1945.

Los materiales de Turkana se introdujeron a Estados Unidos en 1946 con el número de identificación PI153671, se establecieron con éxito en el sur de Texas posteriormente, en 1949 el Departamento de Agricultura y el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de América liberaron informalmente el zacate buffel T-4464 (Holt, 1985), conocido como Común o Americano comenzando ahí su expansión en más de 4 millones de hectáreas con los ganaderos texanos (Cox *et al.*, 1988). Entre 1949 y 1985 los productores de semilla de Texas vendieron 7 millones de Kg de semilla de T-4464 (Cox, 1991).

En 1954 es introducido a México a través del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, por medio de un programa de investigación con la Universidad de Texas A&M, se establecieron parcelas experimentales en el Campo Experimental de Apodaca, Nuevo León. Al mismo tiempo se introdujo

por el Sureste a través del INIFAP por el Campo Agrícola Experimental de Cotaxtla, Veracruz (Ibarra *et al.*, 1991; Hanselka y Johnson, 1991).

El zacate buffel ha encontrado un nicho ecológico en nuestro país, ya que a partir de ahí se estableció en grandes superficies a lo largo de la costa este y oeste de México (Cota y Johnson, 1975; Molina *et al.*, 1976; Agostini *et al.*, 1981).

Se ha naturalizado en nuestro territorio, por lo cual se desprende que las condiciones agroecológicas son similares a las de su centro de origen, revolucionando la ganadería extensiva al aumentar considerablemente la productividad ganadera del norte del país (Ibarra *et al.*, 2005) especialmente en el estado de Tamaulipas (Gómez *et al.*, 2007). Posteriormente se dispersó por casi todo el continente Americano (Ayerza, 1981). Para 1988 el zacate buffel se había distribuido en 31 países, en 30 millones de hectáreas alrededor del mundo, ocupadas básicamente por la variedad Común (Cox, 1991).

En México se estima que existe una superficie de dos millones de hectáreas donde se establece el zacate buffel, principalmente en los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Sinaloa y Yucatán (Saldívar, 1991). En el estado de Sonora se introdujo en 1970 y de 1973 al 2000 la superficie ocupada con zacate buffel se incrementó de 7,700 a 140,000 ha (Franklin *et al.*, 2006).

En Argentina se le considera una especie pionera ya que es un recurso forrajero importante para los pastizales de explotación pecuaria en la zona subtropical, semiárida y árida del noreste Argentino NOA (Pemán, 2003; Griffa, 2009).

De acuerdo a la información del Global Biodiversity el zacate buffel está presente en los siguientes países: Nicaragua, Salvador, Honduras, Colombia, Brasil, Bolivia, Panamá, Venezuela, Paraguay, Argentina y algunas islas del Caribe (GBI Facility, 2011).

El zacate buffel se ha diseminado en forma intencional y accidental por grandes regiones del mundo. Esto ha contribuido a elevar la productividad ganadera, así como la recuperación rápida de pastizales deteriorados; debido a su facilidad de establecimiento, habilidad para sobrevivir periodos prolongados de sequía, buena respuesta al pastoreo y aceptable producción y calidad forrajera colocándose sobre el promedio de los zacates de climas cálidos (Cox *et al.*, 1988).

Características Edafológicas y Climatológicas del Zacate Buffel

Si bien es cierto que el buffel se establece y crece por periodos cortos, en casi todos los tipos de suelo y texturas, se adapta mejor a terrenos planos con lomeríos suaves, suelos profundos de buen drenaje y textura entre arenosa y franca.

Generalmente, no se desarrolla, ni se establece en suelos arcillosos, salinos, poco profundos o demasiado rocosos y con deficiencias de Ca, en este tipo de suelos la planta tiene problemas para persistir. Tampoco se adapta a suelos arcillosos de mal drenaje (Ibarra *et al.*, 1991), los cuales son muy dañinos para esta gramínea, aunque la semilla germina bien, la superficie dura (costra), impide la emergencia de las plántulas (Wilson, 1961; Wilson, 1964).

Los suelos arcillosos, al hincharse con la humedad y agrietarse al secarse, estrangulan y rompen las raíces de las plántulas. Otro problema de este tipo de suelos lo provocan la gran cantidad de terrones. Además de esto, las aristas elongadas “barbas” de la semilla impiden el contacto de la semilla con el suelo (Cavaye, 1988).

Este zacate persiste preferentemente en suelos con textura: arena migajonosa, migajón arenoso, migajón, migajón areno-arcilloso, arcilla arenosa, y los suelos menos pesados como los migajón arcilloso y migajón limoso (Cox *et al.*, 1988; Ibarra *et al.*, 1991). Los suelos pesados no se recomiendan para la siembra de este zacate.

El Programa de Pastos de la UAAAN estableció, bajo condiciones de riego, lotes experimentales de zacate buffel en Ocampo, Coahuila, en suelos con textura de hasta 50% de arcilla, los materiales mostraron un excelente establecimiento y buena persistencia por más de 10 años; sin embargo, los materiales no se dispersaron (Acalco, 2013).

González *et al.* (2015) reportan que un buen establecimiento y una buena producción de forraje son posibles en suelos salinos (8 mmhos/cm²) y arcillosos (54%) cuando se utilizan genotipos rizomatosos y el transplante como método de siembra.

De acuerdo a Ibarra (1994) e Ibarra *et al.* (1995) los suelos ideales para establecimiento, persistencia y dispersión de buffel tienen que tener las siguientes características:

- 1) Contenido de arena que varía del 60 al 90%.
- 2) La suma de limo y arcilla siempre menores a 50%.
- 3) El N total y el C orgánico menores de 0.2 y 2.0% respectivamente.
- 4) pH de 6 a 9.
- 5) Capacidad de intercambio catiónico de 12 a 35 cmol_ckg⁻¹.
- 6) Sales solubles totales menores a 2000 ppm.
- 7) El P disponible de 1 a 22 ppm.
- 8) El Ca disponible de 1,804 a 13,026 ppm.
- 9) El K, Mg y Na disponibles fluctúan de 39 a 1,369 ppm.

Un análisis de suelo siempre será recomendable, está más allá de ser un indicador sobre el funcionamiento de la pastura, es un índice de fertilidad actual del suelo. Con el pasar del tiempo del establecimiento, la producción declina debido a la reducción del N y P. El movimiento del suelo por el cincel o el arado de disco ayudan a la mineralización del nitrógeno orgánico.

Suelos con alto contenido de fósforo (P) facilitan un rápido establecimiento (Paull y Lee, 1978) y mayores rendimientos de forraje

(Humphreys, 1967). Persiste en un rango de pH de 5.1 a 8.4, los suelos ligeramente alcalinos son más aptos (Ibarra *et al.*, 1991).

Clima

El zacate buffel es especialmente productivo en zonas semiáridas con climas cálidos o templados clasificados como BS, lo cual significa que la humedad del suelo es limitante, además de la precipitación escasa e irregular. Tiene un buen comportamiento ante las sequías, pues es resistente a estas. Requiere un mínimo de 250 mm de precipitación anual para desarrollarse en zonas áridas y semiáridas y 600 a 750 mm para regiones tropicales y subtropicales (Robles *et al.*, 1990). En Australia se ha reportado con un amplio rango de precipitaciones de 250 mm a 2670 mm anuales (New Department of Primary Industries, 2004).

En México las regiones donde el zacate buffel persiste presenta las siguientes características: Precipitación total de 300 a 600 mm, precipitación de verano de 250 a 550 mm, precipitación de invierno inferior a 200 mm. Bajo otras condiciones su adaptación y persistencia se reducen y generalmente no se dispersa o muere (Ibarra, 1994). La tolerancia a la sequía se atribuye a su sistema radicular profundo (Skerman y Riveros, 1990).

Temperatura

La temperatura media que requiere buffel para su establecimiento de 18 y 35°C y 25°C, como óptima (Cox *et al.*, 1988), pero puede tolerar temperaturas extremadamente altas de aproximadamente 50°C (De la Barrera y Castellanos, 2007). En áreas adecuadas para este pasto, el periodo libre de heladas es mayor a 340 días y la temperatura mínima promedio en el mes más frío desde 5.5 a 13°C. La planta tiene altos riesgos de mortalidad en áreas donde la temperatura mínima promedio en el mes más frío es menor de 5°C (Ibarra, 1994). La variedad Común de zacate buffel tiene baja tolerancia a heladas. Su adaptación se limita a regiones con inviernos no muy fríos, heladas de baja intensidad y poca duración (Ibarra *et al.*, 1991; Bashaw, 1985), pero existen variedades rizomatosas que le confieran una mayor tolerancia a heladas. Nueces y Llano (híbridos apomícticos F1) presentan una mayor tolerancia a heladas que la variedad Común (Bashaw, 1981). Actualmente el híbrido AN17PS, conocido comercialmente como Pecos, liberado por el Programa de Pastos de la UAAAN, es utilizado en el sur de Texas por su tolerancia a heladas, buena producción de forraje y resistencia al tizón del zacate buffel (Pogue Agri Partners Inc., Sf).

La elevación sobre el nivel del mar ésta muy relacionada con la temperatura ambiente, lo que delimita las áreas de siembra de buffel. Este se adapta a altitudes desde el nivel del mar hasta 2,000 metros; sin embargo, las mejores producciones se obtienen de los 500 a los 1,500 msnm. Por ejemplo, en Sonora, la altitud limite recomendada para el establecimiento es

aproximadamente de 900 metros; en el desierto Chihuahuense en México hasta altitudes de 1,500 metros; en Texas llega hasta 2000 metros y en regiones Ecuatoriales de Sudamérica, África e India hasta 2,500 msnm (Ibarra *et al.*, 1991).

Características Morfológicas del Zacate Buffel

El zacate buffel (*Penisetum ciliare* L.) es una gramínea forrajera, perenne, amacollada y rizomatoza, del tipo fotosintético C4, ampliamente utilizada en las regiones áridas, semiáridas e inclusive desérticas del mundo (Mansoor *et al.*, 2002) debido a las características siguientes: facilidad de establecimiento, tolerancia a la sequía, buena persistencia (Alcalá, 1995) y buen potencial forrajero (De León, 2004). Puede medir hasta 120 cm, dependiendo de la variedad y de las condiciones climáticas; en las zonas semiáridas, su altura varía de 15 a 60 cm.

Sistema Radicular

Tiene un sistema radicular profundo, fuerte y muy ramificado, su periodo de crecimiento es durante la estación cálida del año. Puede alcanzar hasta 2.40 m o más de profundidad. El desarrollo de sus raíces, es la característica principal que le permite soportar el pastoreo pesado y resistir periodos de sequía prolongados (Robles *et al.*, 1990).

Los rizomas son tallos subterráneos modificados, que actúan como órganos de almacenamiento y propagación (Mc Whorter, 1961) y son considerados el órgano invernal de las gramíneas, pueden estar presentes en algunas variedades de buffel. Protegen a la planta de las bajas temperatura, por lo que los tipos rizomatosos tienen una mayor sobrevivencia al invierno (Bashaw, 1985). Esto ha propiciado que actualmente se esté tratando de inducir la capacidad rizomatosa a cultivos anuales, como el sorgo (Kyu-Ock y Bayer, 1997). Además los materiales rizomatosos almacenan una mayor cantidad de carbohidratos por lo que contribuyen a disminuir los efectos del ciclo del carbono (Aguilar, 2013).

Tallos

Los tallos están compuestos por nudos y entrenudos cuya longitud es más corta en la base comparada con la parte superior del tallo (Cantú, 1989). Estos son erectos, ramificados, lisos, glabros y generalmente geniculados y nacen desde la corona nudosa la cual se localiza bajo la superficie del suelo, por lo cual almacenan más carbohidratos que otras especies, permitiéndoles rebrotar después de heladas o sequías prolongadas. Son erectos o semi-erectos, articulados, alargados, suaves, amacollados y de base engrosada. (Paull y Lee, 1978).

Hojas

Las hojas son delgadas, planas, lisas y largas, con o sin pubescencia, pero con vellosidades cerca de la lígula, de 3 a 10 mm de ancho y 7 a 30 cm de largo terminando en delgada punta, de color verde a verde-azuladas. Buffel tiene un proceso fotosintético C4 que le permite una mayor capacidad de captura de carbono y por lo tanto es una de las especies que contribuye a reducir las concentraciones de CO₂ atmosférico.

Inflorescencia

Presenta inflorescencia tipo panícula contraída (Hanselka *et al.*, 2004) cilíndrica de 3 a 15 cm de largo y de 1 a 2.5 cm de ancho; las flores individuales están encerradas en involucros aristados que tienen de 1 a 4 espiguillas que varían en longitud de 2 a 5.5 mm, el pedúnculo es corto y grueso, articulado en su base, desprendiéndose junto con la espiguilla al madurar (Ibarra, 1994), cada espiguilla tiene dos florecillas; una basal llamada estaminada o estéril y otra superior hermafrodita o fértil, la lema de la florecilla superior varía de 2.2 a 5.4 mm de longitud (Gould, 1975; Bogdan, 1977).

El fruto es un cariósido seco e indehiscente de aproximadamente 1mm de ancho y de 1.4 a 1.9 mm de largo (Rodríguez, 1998). El número de cariósidos es diferente en cada variedad de pasto buffel, Común o Americano, puede presentar de 0 a 4 semillas fértiles por flósculo; sin embargo, por lo general se

encuentran de uno a dos carióspsides, y uno de ellos es de mayor tamaño, el cual produce una plántula más vigorosa.

Modo de Reproducción del Zacate Buffel

De acuerdo a los primeros estudios citogenéticos, realizados en las especies de *Pennisetum ciliare* y *Cenchrus setigerus*, se reportó que el zacate buffel se reproduce por apomixis (Fisher *et al.*, 1954). Se reconoció como un apomíctico obligado hasta los años 60 (Snyder *et al.*, 1955).

Bray (1978) reporta la apomixis facultativa en zacate buffel con base en la presencia de progenie fuera de tipo en plantas apomícticas. Sherwood *et al.* (1980) corroboraron la apomixis facultativa en la especie, con base en estudios citológicos y pruebas de progenie, ellos observaron que sacos embrionarios sexuales reducidos se presentaban en la misma inflorescencia con pistilos apósporos (sacos embrionarios no reducidos). Los apomícticos facultativos se pueden reproducir sexual y asexualmente, tienen la habilidad para entender diferentes vías en la formación de la semilla (Hand y Koltunow, 2014).

En el estado de Texas se descubrió una planta fuera de tipo en un campo de buffel Común (Hanselka *et al.*, 2004), se realizaron estudios citogenéticos y pruebas de progenie de esta planta que confirmaron la reproducción sexual en la especie (Bashaw, 1962). El descubrir una planta de zacate buffel, capaz de reproducirse sexualmente cambio la perspectiva en el mejoramiento de esta especie, ya que anteriormente la apomixis fue considerada como un obstáculo

en la evolución del mejoramiento. Este descubrimiento se considera la aportación más importante al mejoramiento de pastos, ya que la hibridación de plantas sexuales utilizadas como progenitores femeninos polinizadas con polen de materiales apomícticos permite la combinación de características deseables en genotipos estables. Lo anterior significa que la heterosis presente en la F_1 puede ser mantenida infinitamente, salvo la presencia de alguna mutación (Bashaw, 1976; Jessup *et al.*, 2000).

Apomixis

La apomixis (formación asexual de semilla) es el resultado de que una planta, tenga la capacidad para dar una circunvención de los aspectos fundamentales de la reproducción sexual (meiosis y fertilización). Sin la necesidad de una fertilización masculina, resultado de la germinación de una semilla que se desarrolla en una planta como un clon materno (Hand y Koltunow, 2014). Este proceso reproductivo ha sido documentado en más de 120 géneros de Magnoliophytas (Carman, 2001).

La apomixis, llamada también agamosperma, significa la reproducción asexual por semilla o apomixis por semilla, en la cual un embrión se desarrolla dentro de un óvulo sin involucrar meiosis y fertilización (Bath *et al.*, 2005), Koltunow *et al.* (1995) mencionan que los procesos apomícticos ocurren en el óvulo, resultando en prole que son copias genéticamente exactas de la planta madre debido a que la fertilización no es necesaria para producir un embrión apomíctico.

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 aparece 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 *et al.* (1995) mencionan que la apomixis elimina la necesidad de los eventos que son considerados esenciales para un éxito completo en la formación de a semilla: la meiosis esta desarticulada del desarrollo del gametofito; de la misma manera, la formación de la célula huevo y la doble fertilización están desarticuladas del desarrollo del embrión y del endospermo y sorprendentemente aun así se forma una semilla.

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.

Clasificación de la Apomixis

Gustaffsson (1946) y Koltunow (1993) clasifican la apomixis de acuerdo al origen en: esporofítica y gametofítica; estos dos mecanismos se diferencian en la formación o no de un saco embrionario y en el tipo de célula que va a dar lugar al embrión.

En la apomixis esporofítica no se forma un saco embrionario, sino que el embrión se desarrolla directamente del nucelo o de los integumentos del óvulo en un proceso llamado embrionía adventicia (Bath *et al.*, 2005; Dwivedi *et al.*, 2007).

En el proceso del desarrollo de la apomixis gametofítica, se observan tres principales componentes: la generación de una célula capaz de formar un saco embrionario sin una meiosis previa (apomeiosis), el desarrollo de un embrión independiente de la fertilización (partenogénesis) y el desarrollo autónomo del endospermo o un endospermo derivado de la fertilización (Bath *et al.*, 2005).

El saco embrionario tipo *Panicum* (propio del zacate buffel) desarrolla una célula nucelar no reducida con cuatro núcleos mitóticamente: Un núcleo huevo, célula central binucleada y una o dos sinérgidas, las antípodas están ausentes. El huevo no reducido y no fertilizado se desarrolla en un embrión. La polinización y fertilización son requeridas únicamente para el desarrollo del endospermo (Sherwood *et al.*, 1994).

La condición de apomixis que presenta el zacate buffel es el mecanismo conocido como aposporia seguido por pseudogamia, que se caracteriza por la producción de un gametofito no reducido a partir de una célula somática nucelar y el desarrollo de una semilla viable por polinización de los núcleos polares sin fertilización de la célula huevo (Fisher *et al.*, 1954; Snyder *et al.*, 1955).

Ventajas de la Apomixis

La apomixis representa un beneficio potencial enorme para la agricultura de los países en desarrollo 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 semilla puede ser producida durante muchas generaciones sin pérdida de vigor 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

Localización del Experimento

La presente investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila, ubicada entre las coordenadas geográficas de 25° 22' 41" de latitud Norte y 101° 02' 00" de longitud Oeste, a una altitud de 1743 msnm. El experimento se estableció en el área de invernaderos, en un espacio, entre el invernadero 8 y la bodega de Pastos.

Características Climáticas

El clima de la región es templado, semiseco con pocas lluvias en verano e invierno, con una temperatura promedio de 17°C. Los inviernos son crudos debido a los frentes fríos que llegan a la ciudad, siendo comunes las temperaturas inferiores a los 0°C y con probabilidad de nieve, las heladas comienzan en noviembre, las más intensas se presentan en el mes de enero (hasta -10°C). La temporada de lluvias es de junio a octubre, con una precipitación invernal superior al 10% del total anual. La precipitación promedio anual es de 350-400 mm y la temperatura media anual de 19.8 °C (UAAAN, 2011).

Material Genético

Se realizó un trabajo de caracterización morfológica a siete híbridos apomícticos de zacate buffel seleccionados, que forman parte del Grupo Elite II. Los híbridos de zacate buffel fueron generados y desarrollados en el Programa de Pastos del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN. Las hibridaciones fueron realizadas en los invernaderos de la UAAAN en el año 2006, utilizando como progenitor hembra al clon sexual TAM CRD B-1s y como progenitor macho la variedad Zaragoza-115. Se evaluaron 6000 híbridos en campo y se seleccionaron 500 híbridos F₁ por características agronómicas deseables. Mediante pruebas de progenie se determinó la naturaleza apomíctica de los híbridos (Gómez, 2009). Se seleccionaron y se evaluaron 72 familias F₂ en Zaragoza, Coahuila, resultado de ello fue la selección de 26 familias F₃, con base en su producción de forraje, semilla y características de importancia económica. Evaluaciones posteriores permitieron seleccionar estos siete híbridos (Morales, 2013) los cuales fueron caracterizados en esta investigación, incluyendo a la variedad comercial Común como testigo.

Común T-4464

Común, también conocida como buffel Americano, es la variedad de zacate buffel más ampliamente distribuida en el mundo, prácticamente toda la superficie de buffel, que se encuentra en el norte de México y el sur de Texas está ocupada con esta variedad. Sus características principales son: su resistencia a sequía y muy buena producción de semilla, su follaje es de color

verde claro, inflorescencias color púrpura, tiene una altura media y posee tallos muy delgados (Cook *et al.*, 2005). El nivel de ploídía de este genotipo es un tetraploide con $2N=4X=36$ cromosomas (Gómez, 1994). Cuando se presentan las condiciones ambientales propicias para el desarrollo del tizón del zacate buffel (alta humedad relativa y altas temperaturas), la variedad Común es uno de los genotipos más fuertemente susceptibles a esta enfermedad causada por el hongo *Pyricularia grisea*, que disminuye en gran medida el rendimiento y la calidad de la semilla y forraje (González *et al.*, 1998).

Metodología

Siembra en Invernadero

Los involucros de los nuevos híbridos apomícticos a caracterizar fueron trillados para obtener sus cariósides. Estos se sembraron en charolas de poliuretano de 200 cavidades. Se sembró un genotipo por charola depositando dos cariósides por cavidad para asegurar la emergencia, posteriormente se realizó un aclareo para dejar una sola planta por cavidad. Se utilizó peat moss como sustrato, se les proporcionó agua y nutrientes necesarios para el desarrollo y crecimiento de plántulas vigorosas.

Transplante

El trasplante se realizó de forma manual el 22 de agosto de 2015, en macetas de plástico negras de 5 litros, se trasplantó una plántula por maceta,

como sustrato se utilizó 3 litros de peat moss y un litro de grava, esta se depositó en el fondo del recipiente proporcionándole un buen drenaje, así como una mayor estabilidad y soporte a las plantas.

Diseño Experimental

El experimento se estableció bajo un diseño de cuadrado latino 8x8 (ocho genotipos con ocho repeticiones), a una distancia aproximada de 40 cm entre hileras y columnas. Se consideró una maceta como unidad experimental, obteniendo un total de 64 macetas.

Manejo Agronómico

Las macetas se regaron cada tercer día, se aplicó 1 litro de agua por maceta manualmente, cambiándose de posición continuamente para evitar el enraizamiento en el suelo y la presencia de lombriz. Se aplicaron fertilizaciones a una dosis de 2gr/litro de agua en las siguientes fechas:

05 de septiembre 2015	20-30-10
10 de septiembre 2015	12-45-12
18 de septiembre 2015	12-45-12
25 de septiembre 2015	12-45-12
02 de octubre 2015	12-45-12
09 de octubre 2015	12-45-12
16 de octubre 2015	12-45-12

Caracterización Morfológica

Para realizar la caracterización de los genotipos se tomaron los datos de las siguientes variables de respuesta:

Número de Inflorescencias por Planta

Se contabilizó el número de inflorescencias (panículas) por planta en tres ocasiones: 18 de octubre, 27 de octubre y 5 de diciembre de 2015, este dato se tomó directamente en las unidades experimentales.

Altura de Planta

Se tomó la altura de planta de cada una de las unidades experimentales desde la base de la planta hasta el ápice de la panícula más alta. Esta variable se tomó en tres ocasiones: 17 de octubre, 31 de octubre y 5 de diciembre de 2015.

Características del Tallo más Alto

Se cortó el tallo más alto de cada unidad experimental para medir las siguientes variables:

Longitud de Entrenudos

Se determinó la longitud de los entrenudos del tallo principal, midiendo con una regla graduada en cm a partir del segundo nudo del tallo, se obtuvo el valor promedio por unidad experimental.

Número de Nudos

En este mismo tallo se contabilizó el número de nudos, empezando de la base del tallo hasta el último nudo donde se inserta la hoja bandera.

Grosor de los Nudos

Se obtuvo el grosor de los nudos con un vernier, para ello se midió el 2°, 3° y 4° nudo, contando de la base hacia el ápice del tallo, los datos se promediaron para obtener el valor por unidad experimental.

Número de Macollos y Panículas

Se contabilizó el número de macollos y de panículas del tallo principal en cada una de las unidades experimentales.

Características de la Inflorescencia

Se tomó una inflorescencia (panícula) por unidad experimental, que estuviera madura y completa (que no hubiera perdido involucros), para asegurar este requisito, se cubrió una panícula por parcela con un glassin, la cual se revisó de manera sistemática todos los días, para checar el grado de madurez de la misma y se cosechó cuando la mayoría de los involucros estuvieron maduros. En esta panícula se determinaron las siguientes variables:

Longitud de la Panícula

Se midió la longitud de la panícula con una regla graduada en centímetros, tomando desde la base, donde esta insertado el primer involucro, hasta el ápice de la panícula.

Número y Peso de Involucros por Panícula

Se contabilizó manualmente, el número de involucros de la panícula de cada unidad experimental y posteriormente se pesaron en una balanza analítica para obtener el peso de involucros por panícula.

Densidad de la Panícula

Esta variable se obtuvo de manera indirecta, con la razón de longitud de la panícula y el número de involucros por panícula, en cada una de las unidades experimentales.

Número y Peso de Cariópsides por Panícula

En esta misma muestra, se escarificaron los involucros por medio de fricción en una malla para obtener los cariópsides, estos fueron contabilizados y posteriormente se pesaron en una balanza analítica, para determinar el número y peso de cariópsides por unidad experimental.

Porcentaje de Fertilidad

El porcentaje de fertilidad se obtuvo con la razón del número de involucros entre el número de cariópsides por panícula y se multiplicó por 100 para obtener el dato en porcentaje.

Longitud de la Cerda más Larga

Para determinar esta variable, se tomaron cinco involucros de la parte media de la panícula, que es donde se encuentran los involucros más maduros, y se les midió con una regla la cerda más larga, los datos se promediaron para obtener el valor por unidad experimental.

Rendimiento de Biomasa Verde

El 16 de diciembre de 2015 se cortó y peso la biomasa verde de las 64 parcelas, el forraje se depositó en bolsas de papel estraza previamente rotuladas: número de parcela, fecha, localidad, etc. después se llevaron a un asoleadero para propiciar el secado del forraje.

Rendimiento de Biomasa Seca

Al perder la humedad el forraje y llegar a un peso constante, se pesaron las muestras el 26 de diciembre de 2015 en una balanza triple barra para obtener el peso de biomasa seca por unidad experimental.

Análisis Estadístico

Para analizar la información obtenida de las variables de respuesta, los datos fueron sometidos a la técnica de análisis de varianza (ANOVA) y se aplicó la prueba de Comparación de Medias de DMS ($\alpha \leq 0.05$) en aquellos casos donde se detectaron diferencias significativas entre genotipos, utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System versión 9.0 (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de Inflorescencias por Planta

El número de inflorescencias por planta es el componente principal de la producción de semillas ya sea involucros o cariósides (Gómez *et al.*, 2016). En los análisis de varianza para número de inflorescencias por planta, en la primera y segunda evaluación realizadas el 18 y 27 de octubre de 2015 se detectaron diferencias altamente significativas entre genotipos, pero no se observaron diferencias significativas entre hileras ni entre columnas. En la tercera fecha de evaluación se detectaron diferencias altamente significativas entre genotipos, diferencias significativas entre hileras y no se detectaron diferencias significativas entre columnas (Cuadro 1).

Cuadro 1. ANVA de número de inflorescencias por planta en tres fechas de evaluación de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	FC			F α	
		18/10/15	27/10/15	05/12/15	0.05	0.01
Hileras	7	0.73 ^{NS}	0.95 ^{NS}	2.38 *	2.24	3.10
Columnas	7	0.33 ^{NS}	0.85 ^{NS}	0.73 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	6.44 **	10.50 **	18.33 **	2.24	3.10
Error Exp.	42					
Total	63					
		CV= 35%	CV= 25%	CV= 17%		

** = Altamente Significativo * = Significativo NS = No Significativo

En el Cuadro 2 se observa la dinámica en el número de inflorescencias por planta de los ocho genotipos a través de las tres fechas de evaluación: 18 y 27 de Octubre y 5 de Diciembre de 2015.

Cuadro 2. Comparación de medias de número de inflorescencias por planta de ocho genotipos de zacate buffel en tres fechas de evaluación. Saltillo, Coahuila. 2015.

Número de Inflorescencias por Planta			
Genotipo	1º Evaluación 18/10/15	2º Evaluación 27/10/15	3º Evaluación 05/12/15
Común	39 A	100 A	211 B
G-6	38 AB	87 A	254 A
G-2	34 ABC	69 B	140 CD
G-11	30 ABC	68 B	151 C
G-12	29 BC	67 B	163 C
G- 20	26 CD	56 BC	157 C
G-17	17 DE	45 C	119 D
G-22	15 E	45 C	149 C

Valores con diferentes literales son estadísticamente diferentes DMS ($\alpha = 0.05$).

En la primera evaluación se observa a Común con el valor más alto de 39 inflorescencias por planta y fue estadísticamente igual a los genotipos G-6, G-2 y G-11 con 38, 34 y 30 inflorescencias respectivamente. Los genotipos con los valores más bajos fueron G-17 y G-22 con 17 y 15 inflorescencias, los cuales fueron estadísticamente iguales. El valor promedio de los híbridos fue de 27 inflorescencias por planta, superado por Común en un 48.85%, este dato ratifica a Común como un material precoz y buen productor de semilla.

Para la segunda evaluación los genotipos siguieron el mismo orden, Común y el genotipo G-6 obtuvieron los valores más altos con 100 y 87 inflorescencias respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí y diferentes al resto de los genotipos. El incremento en la segunda fecha, respecto a la primera para Común, G-6, G-2 y G-11 fue de 166, 126, 103 y 127% respectivamente. Los valores más bajos los obtuvieron los genotipos G-20, G-17 y G-22 con 56, 45 y 45 inflorescencias por planta respectivamente. Común obtuvo 60.20% más inflorescencias por planta que el promedio de los híbridos que obtuvieron 62.42 inflorescencias.

En la tercera evaluación Común fue superado por el genotipo G-6 que obtuvo 254 inflorescencias por planta y fue estadísticamente diferente a todos los demás genotipos. La variedad Común obtuvo el segundo lugar con 211 inflorescencias por planta y fue diferente estadísticamente al resto de los materiales. El último grupo estuvo formado por los genotipos G-2 y G-17 que fueron iguales estadísticamente entre sí y obtuvieron 140 y 119 inflorescencias por planta. El rango entre el valor mínimo y máximo es de 135 inflorescencias, lo que permite observar la amplia variabilidad genética entre híbridos. En esta tercera lectura Común superó el promedio de los híbridos (192 inflorescencias) con solamente un 9.72%.

Como es de esperarse el número de inflorescencias por planta se incrementó en cada fecha de evaluación de acuerdo al desarrollo de la planta. Entre la primera y segunda lectura hay una diferencia de nueve días, Común

obtuvo durante este período un incremento en la producción de inflorescencias de 154.82% y los híbridos de 130.74%.

En la tercera evaluación, cuando la planta está en la etapa reproductiva, el dato se tomó el 5 de diciembre, 38 días después de la segunda lectura, durante este período para Común el incremento fue de 110.0% y para los híbridos 208.5% durante este tiempo se observa un mayor incremento de inflorescencias en los híbridos que en la variedad Común (Figura 1).

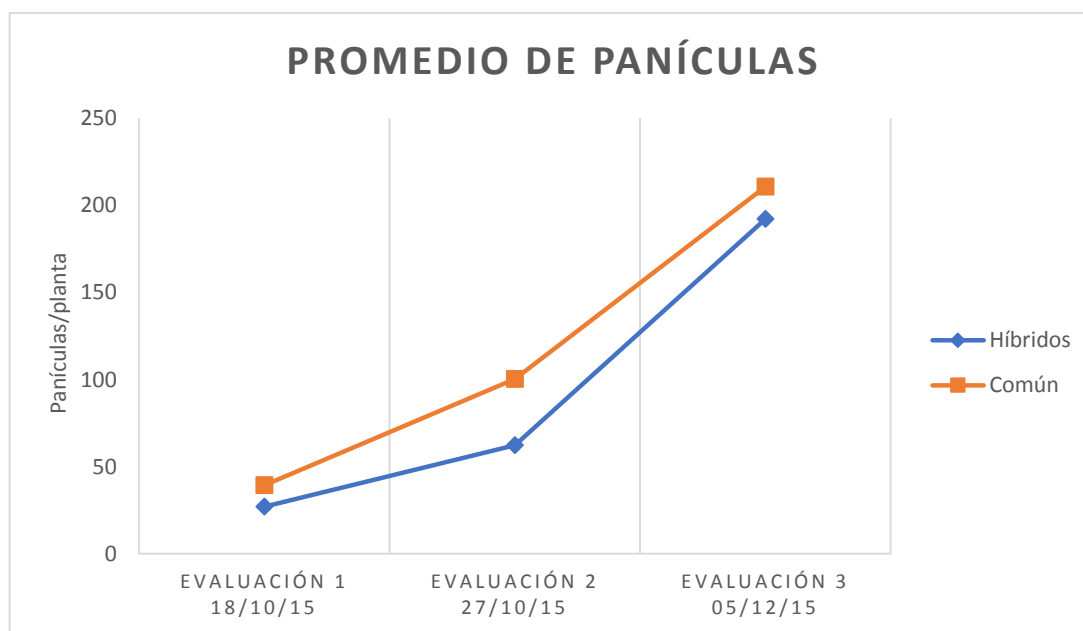


Fig. 1. Panículas promedio de híbridos apomícticos y la variedad Común de zacate buffel en tres fechas de evaluación. Saltillo, Coahuila, 2016.

Hernández (2016) en un estudio realizado con nueve genotipos incluyendo la variedad Común, bajo las mismas condiciones ambientales de esta investigación, reporta 164 panículas por planta para Común y un valor promedio de 86.91 para ocho híbridos apomícticos. Los resultados en esta investigación

superaron a los reportados por Hernández (2016) con 28.65% para Común y a los híbridos en un 120.9%. Al ser buffel una especie apomíctica las diferencias para Común entre ambas investigaciones fueron mínimas. Por otro lado, las diferencias en el promedio de los híbridos para ambos experimentos fueron de 105 panículas por planta esto coincide con Bashaw (1975) quien reporta que los apomícticos son altamente heterocigotos y liberan una gran variabilidad cuando se rompe la barrera de la apomixis.

Altura de Planta

Los análisis de varianza para la altura de planta en las tres fechas de evaluación, detectaron diferencias altamente significativas entre genotipos y entre columnas, pero no hubo diferencias significativas entre hileras (Cuadro 3).

Cuadro 3. ANVA de altura de planta en tres fechas de evaluación de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	FC			F α	
		17/10/15	31/10/15	5/12/15	0.05	0.01
Hileras	7	0.70 ^{NS}	0.29 ^{NS}	0.54 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	3.45 ^{**}	3.85 ^{**}	3.48 ^{**}	2.24	3.10
Tratamientos	7	5.34 ^{**}	6.25 ^{**}	9.87 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42					
Total	63					
		CV=8%	CV=9%	CV=6%		

** = Altamente Significativo NS = No Significativo

En el Cuadro 4 se presentan las comparaciones de medias de altura de planta de las tres fechas de evaluación. En la primera fecha los genotipos G-11

y G-22 fueron los materiales más altos con 67.9 y 63.5 cm respectivamente y fueron iguales estadísticamente entre sí.

Cuadro 4. Comparación de medias de altura de planta en tres fechas de evaluación de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

Altura de Planta (cm)						
Genotipo	1º Evaluación 17/10/15		2º Evaluación 31/10/15		3º Evaluación 05/12/15	
G-11	67.9	A	72.2	AB	70.9	AB
G-22	63.5	AB	72.6	A	71.1	A
G-6	61.4	B	66.2	BC	65.1	CD
G-2	60.4	BC	64.0	C	62.2	D
G-17	59.4	BCD	64.6	C	67.7	ABC
G-12	58.6	BCD	61.6	CD	66.5	BCD
G-20	56.0	CD	62.7	C	64.7	CD
Común	54.1	D	56.6	D	56.2	E

Valores con diferentes literales son estadísticamente diferentes DMS ($\alpha= 0.05$).

El valor más bajo lo obtuvo la variedad Común con 54.1 cm, fue estadísticamente igual a tres genotipos. La altura promedio de los híbridos fue de 61.6 cm, 12.72% más altos que la variedad Común. En la segunda fecha los genotipos siguieron el mismo orden, Común continuó siendo el de menor tamaño (56.6 cm) y fue estadísticamente igual al genotipo G-12 con 61.6 cm.

Los genotipos G-22 y G-11 se mantuvieron en primer lugar con 72.6 y 72.2 cm respectivamente. Para la segunda fecha los híbridos obtuvieron una altura promedio de 66.3 cm, un 17% más altos que Común. En la tercera evaluación el rango en la altura de planta fue de 56.2 para Común y de hasta

71.6 cm para G-22. La diferencia entre el valor mínimo y máximo fue de 15.4 cm. El genotipo G-22 (71.1 cm) fue igual estadísticamente a los genotipos G-11 y G17 con 70.9 y 67.7 cm respectivamente. Común continuó en la última posición y se distingue de todos los genotipos, en altura de planta.

La altura promedio de los híbridos fue de 66.91 cm, que se traduce en un 18.95% más alto que Común. Los incrementos en la altura de planta entre las fechas de evaluación no fueron significativos, de la primera a la segunda lectura las plantas de Común crecieron solamente 2.5 cm que representa un 4.6%. Para los híbridos el incremento en este período fue de 5.28 cm, un 8.65% entre estas fechas (Figura 2).

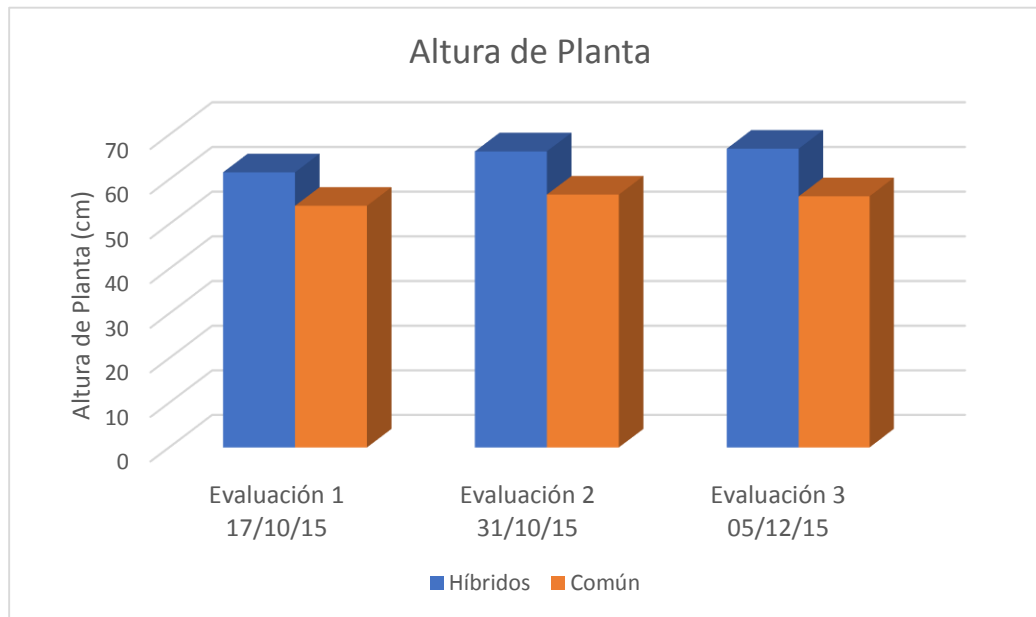


Fig. 2. Altura promedio de híbridos y la variedad Común de zacate buffel en tres fechas de evaluación. Saltillo, Coahuila, 2016.

De la segunda a la tercera evaluación la altura de planta fue la misma, esto debido posiblemente a que para la tercera fecha las plantas habían completado el desarrollo reproductivo y por lo tanto el crecimiento vegetativo se detuvo. Kamoshita *et al.* (2004) mencionan que este menor porte a pesar de que puede disminuir el tamaño y peso final de la planta, sería una estrategia en el uso de los fotosintatos para mayor producción de biomasa, menor transpiración y mayor eficacia en el uso del agua.

Longitud de Entrenudos del Tallo más Alto

La longitud de entrenudos esta correlacionada positivamente con el rendimiento y la altura de planta y se considera una variable influenciada por el medio ambiente (Rosales, 2000). El análisis de varianza para la longitud de los entrenudos del tallo más alto detectó diferencias altamente significativas entre genotipos, pero no detectó diferencias significativas entre columnas ni entre hileras (Cuadro 5).

Cuadro 5. ANVA de longitud de entrenudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	4.370	0.624	1.11 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	7.529	1.075	1.92 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	33.799	4.828	8.61 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	23.549	0.560			
Total	63	69.247				CV= 8%

** = Altamente Significativo NS = No Significativo

En el Cuadro 6 se presentan las comparaciones de medias de longitud de entrenudos. Los genotipos G-11 y G-17 tuvieron los entrenudos más largos 9.5 cm ambos y fueron diferentes al resto de los materiales. El valor más bajo lo obtuvo el genotipo G-6 con 7.5 cm, fue estadísticamente igual a cuatro genotipos incluyendo Común, que sus entrenudos fueron de 7.9 cm. Común se diferencia de dos genotipos en esta variable. El promedio en la longitud de entrenudos de los híbridos fue de 8.41 cm con un rango de 7.5 a 9.5 cm con una diferencia de 2 cm entre el valor mínimo y máximo.

Hernández (2016) en una investigación con ocho híbridos apomícticos y la variedad Común como testigo obtuvo valores similares a los obtenidos en esta investigación, para Común, entrenudos de 7.9 cm y el promedio de los híbridos de 8.16 cm.

Cuadro 6. Comparación de medias de longitud de entrenudos, número de nudos y grosor de nudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

Genotipos	Longitud entrenudos cm		Nudos No.		Grosor de nudos	
G-11	9.5	A	6.9	B	3.74	AB
G-17	9.5	A	6.0	D	3.77	AB
G-12	8.4	B	6.2	CD	3.71	AB
G-2	8.2	BC	6.6	BC	3.45	B
G-22	8.1	BC	7.6	A	4.05	A
Común	7.9	BC	6.2	CD	3.40	B
G-20	7.7	BC	6.9	B	3.65	AB
G-6	7.5	C	7.9	A	3.63	AB

Valores con diferentes literales son estadísticamente diferentes DMS ($\alpha = 0.05$).

Número de Nudos del Tallo más Alto

El análisis de varianza para el número de nudos detectó diferencias altamente significativas entre genotipos y entre columnas, no detectó diferencias significativas entre hileras (Cuadro 7).

Cuadro 7. ANVA de número de nudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	3.734	0.533	1.77 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	6.984	0.997	3.31 ^{**}	2.24	3.10
Tratamientos	7	24.984	3.569	11.84 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	12.656	0.301			
Total	63	48.359				CV= 8%

*** = Altamente Significativo NS = No Significativo*

En la comparación de medias del número de nudos se observa que los genotipos G-6 y G-22 obtuvieron el mayor número de nudos del tallo principal 7.9 y 7.6 respectivamente, fueron iguales estadísticamente entre si y diferentes al resto de los materiales incluido Común. El genotipo G-6 presentó el mayor número de nudos, pero sus entrenudos fueron los de menos tamaño (Cuadro 6). El número de nudos más bajo lo obtuvo el genotipo G-17 con 6 nudos, fue estadísticamente igual al genotipo G-12 y Común que obtuvieron 6.2 nudos. Común se diferenció de cuatro genotipos en esta variable.

Rosales (2000) en una investigación con panizo azul con cuatro dosis de nitrógeno y fósforo no encontró diferencias significativas en el número de nudos. Hernández (2016), en su evaluación tampoco reportó diferencias significativas entre genotipos para esta variable.

Grosor de Nudos del Tallo más Alto

El ANVA para grosor de los nudos detectó diferencias significativas entre columnas y no detectó diferencias significativas ni entre genotipos, ni entre hileras. Todos los genotipos fueron estadísticamente iguales entre sí para esta variable (Cuadro 8).

Cuadro 8. ANVA de grosor de los nudos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	2.421	0.345	1.92 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	3.108	0.444	2.47 [*]	2.24	3.10
Tratamientos	7	2.276	0.325	1.81 ^{NS}	2.24	3.10
Error Exp.	42	7.551	0.179			
Total	63	15.357			CV= 11%	

^{*} = Significativo NS = No Significativo

El rango en el grosor de los nudos fue de 3.40 mm para Común hasta 4.05 mm para el genotipo G-22 con una diferencia entre el valor mínimo y el máximo de 0.65. Esta variable permitió solamente al genotipo G-22 distinguirse de Común (Cuadro 6). El grosor de los nudos promedio de los híbridos fue de 3.71, un 9.11% más gruesos que los nudos de Común. Sin embargo, esta variable no permitió diferenciar a la variedad Común del resto de los genotipos.

Número de Macollos del Tallo más Alto

El ANVA para el número de macollos del tallo principal, detectó solamente diferencias significativas entre genotipos y no detectó diferencias significativas entre columnas, ni entre hileras (Cuadro 9).

Cuadro 9. ANVA de número de macollos del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	61.687	8.812	1.50 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	49.687	7.098	1.21 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	124.187	17.741	3.01 [*]	2.24	3.10
Error Exp.	42	247.375	5.889			
Total	63	482.937				CV= 42%

** = Significativo NS = No Significativo*

Las comparaciones de medias para el número de macollos del tallo más alto se presentan en el Cuadro 10. La variedad Común y los genotipos G-6, G-22, G-2 y G-11 obtuvieron el mayor número de macollos con 7.7, 7.6, 6.4, 6.0 y 5.6 respectivamente y fueron iguales estadísticamente entre sí. El valor más bajo lo obtuvo el genotipo G-17 con 3.6 macollos, fue estadísticamente igual a cuatro genotipos. Los híbridos obtuvieron un promedio de 5.5 macollos en el tallo principal, superados en 40.9% por Común. Esta variedad se diferenció de tres genotipos en esta variable.

Cuadro 10. Comparación de medias de número de macollos y número de panículas del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

Genotipo	Macollos No.	Panículas No.
Común	7.7 A	7.0 A
G-6	7.6 A	6.4 AB
G-22	6.4 AB	7.0 A
G-2	6.0 ABC	5.6 AB
G-11	5.6 ABC	6.2 AB
G-20	5.1 BC	3.7 BC
G-12	4.1 BC	2.7 C
G-17	3.6 C	2.5 C

Valores con diferentes literales son estadísticamente diferentes DMS ($\alpha= 0.05$).

Número de Panículas del Tallo más Alto

El análisis de varianza para el número de panículas del tallo principal detectó diferencias altamente significativas entre genotipos y no hubo diferencias significativas entre columnas ni entre hileras (Cuadro 11).

En esta variable se formaron tres grupos de medias, el primer grupo con los valores más altos fueron: G-22, Común, G-6, G-11 y G- 2 con 7.0, 7.0, 6.4, 6.2 y 5.6 panículas del tallo más alto (Cuadro 10). Los genotipos con los valores más bajos fueron G-20, G-12 y G-17 con 3.7, 2.7 y 2.5 panículas respectivamente. El número de panículas del tallo principal varió de 2.5 para el G-17 hasta 7 para Común, con una diferencia entre el valor mínimo y máximo de 4.5 panículas. Una de las características de Común es su alta capacidad para producir panículas, superó a los híbridos en un 43.14% que obtuvieron un

promedio de 4.9 panículas en el tallo principal. En esta variable Común se distinguió de tres genotipos solamente.

Cuadro 11. ANVA de número de panículas del tallo más alto de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	36.937	5.276	0.71 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	61.187	8.741	1.18 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	196.187	28.026	3.80 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	310.125	7.383			
Total	63	604.437			CV= 52%	

^{**} = Altamente Significativo ^{NS} = No Significativo

Longitud de Panícula

De acuerdo a Evers *et al.* (1962) la longitud de la inflorescencia no es un componente que contribuya al rendimiento de semilla en zacate buffel. El análisis de varianza para longitud de la panícula detectó diferencias altamente significativas entre genotipos, pero ni entre hileras ni entre columnas se detectaron diferencias significativas (Cuadro 12).

Cuadro 12. ANVA de longitud de panículas de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	7.707	1.101	1.30 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	7.060	1.008	1.19 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	41.915	5.987	7.05 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	35.697	0.849			
Total	63	92.380			CV= 12%	

^{**} = Altamente Significativo ^{NS} = No Significativo

En la comparación de medias para la longitud de panícula los genotipos G-20 y G-22 con 8.76 y 8.56 cm respectivamente, fueron los de mayor tamaño e iguales estadísticamente entre sí (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparación de medias de longitud de panícula, número y peso de involucros de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

Genotipos	Long. Inflorescencia cm		Involucros/ Panícula No.		Peso Involucros mg	
G-20	8.76	A	128	BC	267	A
G-22	8.56	AB	139	B	187	BC
G-11	7.80	BC	162	A	233	AB
G-12	7.61	CD	111	C	228	AB
G-17	7.58	CD	73	D	183	BC
G-2	7.11	CD	121	BC	208	B
Común	6.83	DE	61	D	152	CD
G-6	6.15	E	62	D	129	D

Valores con diferentes literales son estadísticamente diferentes DMS ($\alpha=0.05$).

La variedad Común se ubicó en el penúltimo lugar con 6.83 cm, siendo estadísticamente igual al genotipo G-6 que tuvo panículas de 6.15 cm. Los híbridos promediaron una longitud de panícula de 7.65 cm, 12% más largas que las panículas de Común. González *et al.* (2016) reportaron un tamaño de raquis para Común de 6.78 cm, similar al reportado en esta investigación. Otros autores reportan una longitud de panícula para Común (7.92 cm) más alto que el de esta investigación (González *et al.*, 1992).

Conde *et al.* (2011) realizaron un estudio con cuatro variedades de zacate buffel (Común, 1754, Formidable y Nueces) bajo autopolinización y polinización libre, ellos reportan una longitud de panícula promedio de 6.6 cm muy similar al reportado para Común en esta investigación, pero 1.05 cm menor a la longitud de la inflorescencia de los híbridos.

Número de Involucros por Panícula

El ANVA para número de involucros por panícula arrojó que no existen diferencias significativas ni entre hileras ni entre columnas, a diferencia de los genotipos que se detectaron diferencias altamente significativas entre ellos (Cuadro 14).

Cuadro 14. ANVA de número de involucros por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	6044.687	863.526	1.76 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	2493.687	356.241	0.73 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	79678.687	11382.669	23.23 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	20583.875	490.092			
Total	63	108800.937			CV= 20%	

** = Altamente Significativo NS = No Significativo

En el Cuadro 13 se observa que el genotipo G-11 obtuvo el mayor número de involucros por panícula con 162 y fue estadísticamente diferente al resto de los materiales. La variedad Común tuvo el valor más bajo con 61 involucros y fue estadísticamente igual a los genotipos G-17 y G-6 con 73 y 62 involucros respectivamente. El rango entre el menor y mayor número de

involucros fue de 101. Los híbridos obtuvieron un valor promedio de 113 involucros por panícula, superando en un 85.89% a la variedad Común. Los valores obtenidos por González *et al.* (2016) fueron muy similares a los obtenidos en esta investigación, ellos obtuvieron 57 involucros para Común y el valor más alto fue de 146 involucros. El número de involucros promedio de los híbridos obtenidos en esta investigación fue 72.78% mayor al valor promedio (65.4) reportado por Conde *et al.* (2011).

En una investigación realizada en Zaragoza, Coahuila, con seis híbridos de zacate buffel, reportan un valor promedio de 257 involucros con valores de 216 hasta 280 involucros, muy superiores a los reportados en esta investigación (González *et al.*, 1998).

Peso de Involucros por Panícula

En el análisis de varianza para peso de involucros se observa la misma tendencia que las otras variables de la inflorescencia, sin diferencias significativas entre hileras ni entre columnas, pero con diferencias altamente significativas entre genotipos (Cuadro 15).

El genotipo G-20 fue el que obtuvo el mayor peso de involucros por panícula con 267 mg, fue estadísticamente igual a los genotipos G-11 y G-12 con 233 y 228 mg respectivamente (Cuadro 13). La variedad Común ocupó el penúltimo lugar con 152 mg debido principalmente a su bajo número de involucros, y es estadísticamente igual al genotipo G-6 con 129 mg que ocupó el último lugar. Los híbridos obtuvieron un valor promedio de 204 mg, superando a Común en un 34.76%, el cual se distinguió de cuatro genotipos en esta variable.

Cuadro 15. ANVA de peso de involucros por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	5102.896	728.985	0.28 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	12889.543	1841.363	0.70 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	113283.823	16183.403	6.13 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	110822.699	2638.6357			
Total	63	242098.962			CV= 25%	

**** = Altamente Significativo** **NS = No Significativo**

Hernández (2016) reporta un peso de involucros por panícula para Común de 204.6 mg, superior en un 34.6% al encontrado en esta investigación. Martínez (1996) en una evaluación realizada en la Región de Navidad, Nuevo León, reporta para la variedad Común un peso de involucros por panícula de 173 mg similar al obtenido en esta evaluación.

Densidad de Panícula

El ANVA para densidad de la panícula detectó diferencias altamente significativas entre genotipos, pero no detectó diferencias significativas entre hileras, ni entre columnas (Cuadro 16).

En el Cuadro 17 se observa la comparación de medias de la densidad de las panículas. En el primer grupo de medias se encuentra el genotipo G-11 con 20.69, fue estadísticamente diferente a los demás materiales. En el segundo grupo lo conforman los genotipos G-22, G-2, G-20 y G-12 con una densidad de 17.09, 16.98, 14.81 y 14.67 respectivamente, en el último grupo se encuentran los genotipos G-6, G-17 y Común con 9.95, 9.69 y 8.86 respectivamente.

Cuadro 16. ANVA de densidad de panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	18.640	2.662	0.27 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	92.365	13.195	1.33 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	1005.244	143.606	14.46 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	417.179	9.932			
Total	63	1533.429			CV= 22%	

**** = Altamente Significativo** **NS = No Significativo**

El número de involucros por cm de raquis es una medida de la densidad de la panícula, para lo cual Común fue el más bajo con 8.85 involucros, en cambio el más alto tuvo 20.69 involucros por cm, la diferencia de estos valores es de 11.83, lo que indica que Común posee inflorescencias con involucros muy separados.

Cuadro17. Comparación de medias de densidad de panícula, número y peso de carióspsides por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

Genotipo	Densidad Panícula	Carióspsides/ Panícula No.	Peso Carióspsides Mg
G-11	20.69 A	89 BC	74.30 BC
G-22	17.09 B	9 E	6.06 F
G-2	16.98 B	108 AB	66.39 CD
G-20	14.81 B	132 A	106.89 A
G-12	14.67 B	121 A	91.15 AB
G-6	9.95 C	69 CD	33.79 E
G-17	9.69 C	46 D	43.96 DE
Común	8.86 C	56 D	35.05 E

Valores con diferentes literales son estadísticamente diferentes DMS ($\alpha= 0.05$).

Los resultados obtenidos en esta investigación y por Hernández (2016) indica que la densidad es un carácter controlado genéticamente, ya que en el obtuvo una densidad de 8.1 para Común y un promedio de 13.35 para ocho híbridos apomícticos, valores muy similares a los de esta investigación, donde se obtuvo 8.85 para Común y 14.84 para el promedio de los siete híbridos.

Número de Cariópsides por Panícula

El análisis de varianza para número de cariópsides por panícula detectó diferencias altamente significativas entre genotipos, pero no se detectaron diferencias significativas entre hileras ni entre columnas (Cuadro 18).

Cuadro 18. ANVA de número de cariópsides por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	5439.734	777.104	1.02 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	4151.734	593.104	0.78 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	96011.234	13715.890	17.93 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	32130.406	765.009			
Total	63	137733.109			CV= 35%	

**** = Altamente Significativo** **NS = No Significativo**

El rango en el número de cariópsides por panícula fue de 56 hasta 132 con una diferencia entre estos valores de 76 cariópsides. Los genotipos G-20, G-12 y G-2 fueron los que obtuvieron el mayor número de cariópsides por panícula con 132, 121 y 108 respectivamente, fueron estadísticamente iguales entre sí. La variedad Común ocupó el sexto lugar con 56 cariópsides, fue estadísticamente

igual a los genotipos G-6 y G-17 que tuvieron 69 y 46 cariósides respectivamente. El último lugar lo ocupó el genotipo G-22 con nueve cariósides y fue estadísticamente diferente al resto de los genotipos (Cuadro 17). El valor de 56 cariósides para Común obtenido en esta investigación es similar al obtenido por Briones (1991) quien reporta 58 cariósides para esta variedad. Valores más altos son reportados por Hernández (2016), el obtuvo 82 para Común y 99.5 cariósides promedio para ocho híbridos. El valor promedio de los híbridos reportado en esta investigación (82 cariósides) supera en un 485% al reportado por Conde (2011) y Común lo supera en un 300%.

Peso de Cariósides por Panícula

El análisis de varianza para peso de cariósides nos muestra un comportamiento idéntico como el que hemos venido observando con las variables de la panícula, se detectaron diferencias altamente significativas entre genotipos, pero no se detectaron diferencias significativas entre hileras, ni entre columnas (Cuadro 19).

Los genotipos G-20 y G-12 obtuvieron los pesos de cariósides por panícula más altos con 107 y 91 mg respectivamente y fueron estadísticamente iguales entre sí. La variedad Común obtuvo 35 mg y fue estadísticamente igual a los genotipos G-17 y G-6 con 44 y 34 mg respectivamente. El genotipo G-22 obtuvo el peso de cariósides más bajo (6 mg) y fue estadísticamente diferente al resto de los genotipos. Aun cuando el genotipo G-22 obtuvo el mayor número de involucros, éste bajo valor implica que la mayoría de sus involucros estaban

vacíos (Cuadro 17). El peso promedio de los híbridos (60.28 mg) superó en un 72.22% el valor de Común quien se diferenció de cinco genotipos en esta variable.

Cuadro 19. ANVA de peso de cariósides por panícula de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	2743.496	391.928	0.74 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	4582.863	654.694	1.24 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	62618.506	8945.500	16.88 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	22262.104	530.050			
Total	63	92206.969				CV= 40%

^{**} = Altamente Significativo ^{NS} = No Significativo

El bajo peso de cariósides (8 mg) obtenido por Conde (2011) fue superado al obtenido en esta investigación por Común en un 338.1% y 654.5% por el promedio de los híbridos quienes obtuvieron 60.28 mg. Estos resultados también superaron a los obtenidos por Hinojosa (2000) con un promedio de 15 mg y para Rubio *et al.* (2003) que obtuvieron un peso de cariósides de 1 mg valores más altos para el peso de cariósides por panícula fueron reportados por Hernández (2016), quien reporta un peso de 74 mg para Común y un valor promedio de 79.9 mg para nueve genotipos.

Porcentaje de Fertilidad

El ANVA para porcentaje de fertilidad detectó diferencias altamente significativas entre genotipos, pero no detectó diferencias significativas ni entre hileras ni entre columnas (Cuadro 20).

Cuadro 20. ANVA de porcentaje de fertilidad de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	7899.186	1128.455	0.68 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	9983.017	1426.145	0.86 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	77824.992	11117.856	6.68 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	69853.676	1663.182			
Total	63	165560.871			CV= 50%	

^{**} = Altamente Significativo ^{NS} = No Significativo

En el Cuadro 21 se observa que el genotipo G-20 obtuvo el porcentaje de fertilidad más alto (119.67%) y fue estadísticamente igual a los genotipos G-12, G-6, Común y G-2 con 109.03, 106.17, 95.69 y 87.90%. Tres de los híbridos obtuvieron un porcentaje de fertilidad arriba de 100%, lo que indica que un involucro fértil puede tener más de un cariósida. Por otro lado, el porcentaje de fertilidad más bajo fue de 6.62% obtenido por el genotipo G-22 y fue estadísticamente diferente al resto de los genotipos, esto indica que aun cuando este genotipo tuvo el mayor número de involucros, estos estaban vacíos y no contenían cariósidas. El porcentaje de fertilidad fue de 6.62 hasta 119.67% con un rango entre estos valores de 113.05%.

Común es una variedad con un alto porcentaje de fertilidad (95.69%), esto ha sido corroborado por otras investigaciones: Hernández (2016) obtuvo un porcentaje de fertilidad para Común de 151%, y González y Gómez (1992) reportan 64% para esta variedad.

Cuadro 21. Comparación de medias de porcentaje de fertilidad y longitud de la cerda más larga de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

Genotipo	Fertilidad %		LCL Cm	
G-20	119.67	A	1.19	AB
G-12	109.03	A	0.91	D
G-6	106.17	A	1.26	A
Común	95.69	AB	1.20	AB
G-2	87.90	AB	1.06	C
G-17	62.38	B	1.23	A
G-11	55.02	B	1.16	AB
G-22	6.62	C	1.10	BC

LCL= Longitud de la Cerda más Larga

Longitud de la Cerda más Larga

El ANVA para la cerda más larga detectó diferencias altamente significativas entre genotipos, diferencias significativas entre hileras y no se encontraron diferencias significativas entre columnas (Cuadro 22).

En la comparación de medias de la cerda más larga se observa que los genotipos G-6, G-17, Común, G-20 y G-11 obtuvieron los valores más altos con 1.26, 1.24, 1.20, 1.19 y 1.16 cm respectivamente, y fueron estadísticamente iguales entre sí. G-12 tuvo los involucros con la cerda más corta (0.91) y fue estadísticamente diferente al resto de los materiales. Esta variable permitió a Común distinguirse de dos genotipos. El valor de 1.20 cm obtenido para Común en esta investigación, coincide exactamente con el reportado por Hernández (2016).

Cuadro 22. ANVA de la cerda más larga de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	0.306	0.043	2.92 **	2.24	3.10
Columnas	7	0.214	0.030	2.04 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	0.721	0.103	6.86 **	2.24	3.10
Error Exp.	42	0.631	0.015			
Total	63	1.874			CV= 10%	

** = Altamente Significativo NS = No Significativo

Rendimiento de Biomasa Verde

El análisis de varianza para rendimiento de biomasa verde detectó diferencias altamente significativas entre hileras, pero no se detectaron diferencias significativas entre genotipos, ni entre columnas. Esta variable no permitió a Común distinguirse de ningún genotipo (Cuadro 23).

Cuadro 23. ANVA de rendimiento de biomasa verde de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	3147.187	449.598	3.19 **	2.24	3.10
Columnas	7	1489.687	212.812	1.51 ^{NS}	2.24	3.10
Tratamientos	7	2046.437	292.348	2.07 ^{NS}	2.24	3.10
Error Exp.	42	5924.625	141.062			
Total	63	12607.937			CV= 11%	

** = Altamente Significativo NS = No Significativo

En el Cuadro 24 se observa que el genotipo G-12 fue el más alto con 115.38 gr/planta y fue estadísticamente igual a los genotipos G-17, G-11, G-20, G-6 y Común con 111.75, 108.75, 106.25, 104.38 y 103.88 gr/planta respectivamente. El promedio de biomasa verde fue de 106.34 gr/planta con rango de 95.75 hasta 115.38 gr con una diferencia de 9.04 gr/planta.

Cuadro 24. Comparación de medias de rendimiento de biomasa verde y biomasa seca de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

Genotipo	Biomasa Verde			Biomasa Seca		
	gr/planta	t/ha		gr/planta	t/ha	
G-12	115.38	7.211	A	69.20	4.325	A
G-17	111.75	6.984	A B	67.30	4.206	A
G-11	108.75	6.796	AB	66.60	4.162	A
G-20	106.25	6.640	ABC	68.01	4.250	A
G-6	104.38	6.523	ABC	65.26	4.078	AB
Común	103.88	6.492	ABC	61.49	3.843	BC
G-22	102.13	6.383	BC	66.49	4.155	AB
G-2	95.75	5.984	C	57.70	3.606	C

Valores con diferentes literales son estadísticamente diferentes DMS ($\alpha= 0.05$).

Rendimiento de Biomasa Seca

El análisis de varianza para biomasa seca detectó diferencias altamente significativas entre genotipos, diferencias significativas entre columnas y no se encontraron diferencias significativas entre hileras (Cuadro 25).

Cuadro 25. ANVA de rendimiento de biomasa seca de ocho genotipos de zacate buffel. Saltillo, Coahuila. 2015.

F.V.	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Hileras	7	298.497	42.642	1.68 ^{NS}	2.24	3.10
Columnas	7	382.107	54.586	2.15 [*]	2.24	3.10
Tratamientos	7	815.592	116.513	4.60 ^{**}	2.24	3.10
Error Exp.	42	1064.220	25.338			
Total	63	2560.417			CV= 7%	

** = Altamente Significativo * = Significativo NS = No Significativo

El genotipo G-12 fue el más alto con 69.20 gr/planta y fue estadísticamente igual a los genotipos G-20, G-17, G-11, G-22 y G-6 con 68, 67.3, 66.6, 66.5 y 65.3 gr/planta respectivamente. La variedad Común obtuvo 61.5 gr ocupando el penúltimo lugar y fue estadísticamente igual a tres genotipos (Cuadro 24). El rendimiento de biomasa seca promedio fue de 106.34 gr con un rango de 95.7 hasta 115.3 gr/planta. Proyectando estos datos al campo en una población de 10,000 plantas/ha se tendrían estimaciones de producción de biomasa seca promedio de 4.078 t ha⁻¹ con un valor mínimo de 3.606 t ha⁻¹ para G-2 y un valor máximo de 4.325 t ha⁻¹ para G-12, con una diferencia entre estos valores de 719 kg.

Velázquez *et al.* (2014) en una investigación en la Región Lagunera de seis genotipos de zacate buffel, incluyendo a Laredo y Pecos, reporta a estas variedades con los valores más altos de materia seca de 3.0 y 2.6 t ha⁻¹ respectivamente, estos valores son más bajos a los reportados en esta investigación.

Alfaro (2016) reporta rendimientos de materia seca estimados para Nueces, Biloela, Pecos y Común II de 1700, 1505, 1504 y 1247 kg/ha respectivamente. Acalco (2013) realizó una evaluación en Ramos Arizpe, Coahuila en un suelo de 50% de arcilla y una conductividad eléctrica de 9.56 mmhos/cm, obtuvo rendimientos de 2031, 1812 y 1012 kg/ha para Biloela, Común II y Pecos respectivamente.

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

No todas las variables de respuesta estudiadas tienen la misma utilidad para distinguir morfológicamente nuevos genotipos de zacate buffel de la variedad Común.

Las variables afectadas fuertemente por el medio ambiente como la altura de las plantas y la producción de panícula por planta son altamente eficientes para la distinción morfológica cuando el ambiente de crecimiento y desarrollo es uniforme.

Las variables afectadas fuertemente por factores genéticos son bastante útiles en la distinción morfológica, ejemplo de esto resultaron: Número de involucros por panícula y la densidad de la panícula. Ambas características permiten distinguir de Común a cinco de los siete genotipos estudiados.

Todos los genotipos caracterizados pueden distinguirse morfológicamente de Común y por lo tanto procede su registro ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

El rendimiento de biomasa seca de varios genotipos supera la de Común por lo cual es recomendable solicitar su protección legal gestionando los títulos de obtentor correspondientes.

LITERATURA CITADA

- Acalco H., M. 2013. Potencial forrajero de variedades comerciales y líneas élite experimentales de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) en un suelo arcilloso y salino del sureste de Coahuila. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 60p.
- 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.
- Alfaro T., J.Q. 2016. El hábito de crecimiento rizomatoso como criterio de selección en poblaciones F1 para el mejoramiento del zacate buffel. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 82p.
- Angassa, A. and R.M.T. Baars. 2000. Ecological condition of encroached and non-encroached rangelands in Borana, Ethiopia. African Journal of Ecology 38: 321-329.
- Agostini, H.J.J., J.A. Morales, and D. Enkerlin. 1981. Rendimiento y calidad de dos híbridos de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*) dañados por diferentes poblaciones del complejo mosca pinta (*Aeneolamia albofasciata*) y (*Prosapia simulans*). Revista Agronomía 200: 42-47.
- Aguilar P., D. 2013. Comportamiento del zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) variedad Laredo, otras variedades comerciales y líneas experimentales en el norte de Coahuila. Tesis Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 75p.
- Ayerza, R. 1981. El Buffel grass, utilidad y manejo de una promisoriosa 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. 1981. Registration of Nueces and Llano buffelgrass. Crop. Sci. 20: 112.
- Bashaw, E.C. 1985. Buffelgrass origins. In: E.C.A. Runge and J.L. Schuster (eds). Buffelgrass: 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. 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.
- Bogdan, A.V. 1977. Tropical pasture and fodder plants. Longman, New York.
- 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 Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 57 p.
- Cantú B., J.E. 1989. 150 gramíneas del norte de México. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 116p.
- Carman, J. G. 2001. The gene effect: Genome collisions and apomixis. In: Y. Savidan, J.G. Carman and T. Dresselhaus (eds). The flowering of apomixis: From mechanisms to genetic engineering. CIMMYT and IRD. México. pp: 95-110.
- Cavaye, J.M.1988. Buffelgrass basics. Queensland Agricultural Journal. pp. 69-72.
- 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.). Nota Técnica. Agronomía Mesoamericana 22 (1): 133-140.

- 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.
- Cota, A., y D. Johnson. 1975. Adaptación y producción de diez zacates perennes en Sonora. Boletín Pastizales CI-MP-001. Chihuahua, Chihuahua, México.
- Cox, J.R. 1991. El zacate buffel: Historia y establecimiento, un acercamiento internacional para seleccionar sitios de siembra e implicaciones en la agricultura del futuro. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (Eds.), Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Simposium Internacional. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamp. México pp. 60-66.
- Cox, J.R., M.H. Martin 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.
- De la Barrera y A.E. Castellanos. 2007. Efectos de altas temperaturas en el intercambio de gases para el pasto buffel invasiva *Pennisetum ciliare* L. Link). *Biología de Malas Hierbas y Gestión* 7: 128-131.
- De León, M. 2004. Ampliando la frontera ganadera. Informe Técnico INTA No. 1: 28p.
- 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.
- Evers, G.W., E.C Holt and E.C. Bashaw. 1969. Seed production characteristics and photoperiodic responses in buffelgrass, *Cenchrus ciliaris* L. *Crop Sci.* 9:309-310.
- FAO. 1982. Technical guideline for maize seed technology for agricultural development. *Seed Sci. and Technology* 3 pp: 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.
- Franklin, K.A., K. Lyons., P.L. Nagler., D. Lampkin, E. P. Glenn., F. Molina-Freaner, T. Markow, and A.R. Huete. 2006. Buffelgrass (*Pennisetum*

ciliare) land conversion and productivity in the plains of Sonora, México. *Biological Conservation* 127: 62-71.

- Global Biodiversity Information Facility, 2011. Global Biodiversity Information Facility.
- Gómez F., E., H. Díaz S., A. Saldívar F., F. Briones E., V. Vargas T. y W. Grant. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. *Tec. Pec. Mex.* 45(1): 1-17.
- Gómez M., S. 1994. Autofecundación e hibridación en un clon sexual del zacate apomítico *Cenchrus ciliaris* L. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 110p.
- Gómez M., S. 2009. Desarrollo de híbridos simples de reproducción sexual y determinación de su compatibilidad en cruce con variedades apomíticas de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.). Tesis Doctorado. Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 142p.
- 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* Vol 3: 159. Sociedad Mexicana de Fitogenética. ISSN: 2395-8502.
- 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 J. Martínez V. 1992. Características de espiga relacionadas con el rendimiento de semilla en zacate buffel. (*Cenchrus ciliaris* L.) en N.L. Memorias. VII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales. 19-21 de agosto. Guadalajara, Jalisco. 32p.
- 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 A. López. D. 2015. El trasplante garantiza establecer zacates forrajeros en suelos salinos y arcillosos. Memorias VII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales. Durango, Dgo. Universidad Juárez del estado de Durango.

- González D., J.R., S. Gómez M., J.M. Martínez R. y A.J. Hernández V. 2016. Características morfológicas de panículas del zacate buffel para distinción de variedades y gestión de derechos de propiedad intelectual. Acta Fitogenética. Vol. 3: 82. Sociedad Mexicana de Fitogenética.
- Gould, F.W. 1975. The grasses of Texas. Texas A&M Univ. Press, College Station.
- Griffa, M. S. 2009. Caracterización bioquímica y molecular de germoplasma, evaluación de la tolerancia a la salinidad y obtención de híbridos en buffel grass. Tesis Doctorado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 144p.
- Gustafsson, A. 1946. Apomixis in higher plants. Part I. The mechanism of apomixis. Lunds University Arsskr 42: 1-68.
- Hand, M.L and A.M. Koltunow. 2014. The genetic control of apomixis: asexual seed formation. Review. Genetic 197:441-450.
- Hanselka, C.W. and D. Johnson. 1991. Establecimiento y manejo de praderas de zacate buffel Común en el sur de Texas y en México. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (Eds.), Aprovechamiento integral del zacate Buffel. Simposium Internacional. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamp. México pp. 54-55.
- 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.
- Helfer L.R. 2005. Derechos de propiedad intelectual sobre variedades vegetales. Regímenes jurídicos internacionales y opciones políticas para los gobiernos. Servicio de Derecho para el Desarrollo Oficina Jurídica de la FAO. FAO Estudio Legislativo. Roma, Italia. 85: 132p.
- Hernández V., A.J. 2016. La propiedad intelectual de nuevas variedades de *Pennisetum ciliare* L. con base en la caracterización morfológica. Tesis Licenciatura. Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 54p.
- 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.
- Humphreys, L.R. 1967. Buffel grass *Cenchrus ciliaris* in Australia. *Tropical Grassland* 1:123p.
- 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. 2-15.
- Ibarra F., F. 1994. A comparison of climatic and edaphic conditions at buffelgrass seeding sites in North America and at seed collection sites in Africa. Ph. D. Dissertation. Utah State University, Logan, Utah. 109 p.
- Ibarra F., F., J.R. Cox y M. Martin R. 1991. Efecto del suelo y clima en el establecimiento y persistencia del zacate buffel en México y sur de Texas. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (Eds.). *Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel*. Simposium Internacional. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales. SOMMAP. Cd. Victoria, Tamp. México. pp: 14-28.
- Ibarra F., F., J.R. Cox., M.H. Martin, T. Crowl and C.A. Call. 1995. Predicting buffelgrass survival across a geographical and environment gradient. *J. Range Manage.* 48:53-59.
- Ibarra, F.F., S. Moreno M., M. Martin 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. *Técnica Pecuaria en México* 43(2): 173-183.
- 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.
- Kamoshita, A.; Rodríguez, R.; Yamauchi, A.; Wade, L. J. 2004. Genotypic variation in response of rainfed lowland rice to prolonged drought and rewatering. *Plant Production Sci.* 4: 406-420.
- 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.
- Kyu-Ock, Y. and D.E. Bayer. 1997. Rhizome expression in a selected cross in the *Sorghum* genus. *Euphytica* 94: 253-256.

- Mansoor, U., H. Mansoor., A. Wahid. y R. A. Rao. 2002. Ecotypic variability for drought resistance in *Cenchrus ciliaris* L. germplasm from Cholistan Desert in Pakistan. *International Journal of Agriculture and Biology* 4 (3): 392-397.
- Marshall, V.M., M.M. Lewis and B. Ostendorf. 2012. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) as an invader and threat to biodiversity in arid environments: A review. *Journal of Arid Env.* 78: 1- 12.
- Martínez V., J. 1996. Adaptación de zacate buffel de lugares altos en la región templada de Navidad Nuevo León. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 60 p.
- Mc Whorter E.G. 1961. Morphology and development of Johnson-grass plants from seeds and rhizomes. *Weeds* 9: 558-562.
- Molina S., I., T. R. Gana, y H. Torres. 1976. La producción de carne de Indias y zacate buffel con dos dosis de fertilizantes, durante un año en Tizimín, Yucatán. *Téc. Pec. en Méx.* 31:17-21.
- Morales T., L. 2013. Caracterización de genotipos apomícticos de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) derivados por cruzamiento de hembra sexual por macho apomíctico. Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coah. 92 p.
- New Department of Primary Industries.2004. Buffel grass (online). Available at: <http://www.dpi.new.gov.au/agriculture/field/pastures-and-rangelands/species-varieties/a-z/buffel-grass> (accessed 05.11.09).
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). 1996. Intellectual Property, Technology Transfer and Genetic Resources: An OECD Survey of Current Practices and Policies (www1.oecd.org/dsti/sti/s_t/biotech/prod/ipr.htm).
- Paull, C. J. and G. R. Lee. 1978. Buffel grass in Queensland. *Queensland Agric. Journal. Australia.*104: 57-75.
- Pemán, O. & Asociados S.A. 2003. Buffelgrass. En: Sitio Argentino de Producción Animal. Producción y manejo de pasturas Megatérmicas. Folleto Jesús María, Cba. Monografía. <http://www.produccion-animal.com.ar/portal.htm>.
- 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 8. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, PCCMCA. [3. Regional seed meeting at the 28. Annual meeting of the Central American Cooperative Program for Food Crops Improvement, PCCMCA]. 210p.
- Pogue Agri Partners Inc. (s.f.). Pecos Buffelgrass. Blight and drought tolerant. brochure.
- Robles S., R., O. Eichelmann B. y O. Alvarado A. 1990. Cultivo del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). En: R. Robles S. (ed.) Producción de granos y forrajes. Quinta edición. Ed. Limusa. México, D.F. pp: 442-455.
- Rodríguez B., O. 1998. Producción y acondicionamiento de semillas de zacate buffel. Memorias. Primer Simposium Internacional de Semillas Forrajeras. de Septiembre. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. pp: 23-25.
- Rosales, R. 2000. Producción forrajera y dinámica del rendimiento en zacate panizo azul (*Panicum antidotale* Retz.) bajo fertilización y riego. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Rowntree, K., M. Duma, V. Kakembo, and J. Thornes. 2004. Debunking the myth of overgrazing and soil erosion. *Land Degrad. and Develop.* 15: 203-214.
- 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.
- Saldívar F., A. 1991. Ecosistemas del zacate buffel en Tamaulipas. En: A. Aguirre, E. Candanosa y E. Gómez (Eds.), *Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Simposium Internacional. Séptimo Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales.* SOMMAP. Cd. Victoria, Tamp. México pp: 42-51
- Statistical Applied System. SAS Institute Inc. 2004. *SAS/STAT 9.4 User's 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.
- Sherwood, R.T., C.C. Berg, and B.A. Young. 1994. Inheritance of Apospory in Buffelgrass. *Crop Sci.* 34:1490-1494.
- Skerman, P.J. and F. Riveros. 1990. *Tropical grasses.* FAO. Roma.

- SNICS. 2001. Guía Técnica para descripción varietal de avena. pp. 5-7.
- SNICS. 2014. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. SAGARPA. México
- Snyder, L.A., A.R. Hernandez, and H.E. Warmke. 1955. The mechanism of apomixis in *Pennisetum ciliare*. Bot. Gaz. 116: 209-221.
- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). 2011. Campos Experimentales. Dirección de Investigación, Subdirección de Operación de Proyectos. Buenavista, Saltillo, Coah. pp. 3-4.
- Velázquez V., M.A., J.A Muñoz V., H. Macias R., G. Esquivel A. y M. Rivera G. 2014. Producción de forraje de variedades de zactae buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en la región árida del estado de Durango, México. Agrofaz. Vol. 12 (1): 69-75.
- Wilson, R.G. 1961. Sowing pastures in Southwest Queensland. Qld. Agr. J. 87: 214-224.
- Wilson, R.G. 1964. Ploughing Buffel seedbeds on hard soils. Qld. Agronomy. Journal. 90: 286-288.