

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Caracterización Morfológica de Híbridos Seleccionados de Zacate Buffel
(*Pennisetumciliare*L.) en Zaragoza, Coahuila

Por:

ISAIAS ADAN ATILANO

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Caracterización Morfológica de Híbridos Seleccionados de Zacate Buffel
(*Pennisetum ciliare* L.) en Zaragoza, Coahuila

Por:

ISAIAS ADAN ATILANO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada

Dr. Jorge Raúl González Domínguez
Asesor Principal

Dra. Susana Gómez Martínez
Coasesor

Dr. Juan Manuel Martínez Reyna
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Febrero, 2013

DEDICATORIA

A Dios:

Que es el pilar principal de todos mis éxitos; principalmente este sueño hecho realidad, por las fuerzas necesarias para superar los momentos más difíciles que pase en cada etapa de mi formación y su presencia que es fuente infinito de amor y paz.

A mis Padres:

Sra. Reyna Atilano Adan
Sr. Nieves Adan Rosales

Que me dieron la vida y parte de la suya, quienes con su apoyo, consejos y ejemplo me encaminaron por el mejor camino que es la superación, a través de sus sacrificios, dedicación y valentía hicieron realidad mi profesión.

A mis Hermanos:

Eleuteria, Vianey, Florencia, Yolanda, Rogelio y Alberto por el linaje que nos une, la confianza que depositaron en mí, todo el apoyo moral que siempre me han dado y por ser el último de los hermanos que a la vez el primero en lograr una profesión, que a través de ella tendrán todo mi apoyo .

A mi Novia:

Viviany Bautista Leyva que de igual modo forma parte de este logro, por su apoyo, comprensión, pasividad en las buenas y en las malas y los buenos deseos de superarme.

A mi Madrina:

María del Rosario Vázquez Rodríguez por todo el apoyo, ejemplo, amistad compañía y sobre todo los mejores consejos para alcanzar el éxito, así mismo por hacerme ver que todo sacrificio tiene su recompensa.

A mis Cuñados (a):

Cristina, Martina, Alberto, Eugenio, Santiago y Graciano por formar parte de la familia y apoyo en ella.

A mis Sobrinos (a):

Por su cordialidad, seguridad y atención por el lugar en la familia. Que este ejemplo se refleje en ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme obsequiado las facilidades y la oportunidad de cursar los estudios profesionales y permitirme ser un profesionista.

A mis Asesores:

En especial y sinceramente para la Dra. Susana Gómez Martínez y el Dr. Jorge Raúl González Domínguez que con su apoyo, dedicación y por la aportación de sus conocimientos y sugerencias fue posible la culminación e hicieron posible la realización del presente trabajo.

Al Dr. Juan Manuel Martínez Reyna, por su aportación de ideas y conocimientos logrando una mejor investigación.

A todos mis compañeros de la **Generación CXIV** de la Carrera de Ingeniero Agrónomo en Producción.

A todas aquellas personas que en todo momento me dieron su apoyo moral "**Gracias**".

ÍNDICE DE CONTENIDO

	<i>Página</i>
ÍNDICE DE CUADROS	viii
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen y Distribución del Zacate Buffel.....	4
Importancia del Zacate Buffel.....	4
Descripción Morfológica.....	5
Requerimientos Edáficos.....	6
Requerimientos Climáticos.....	7
Características Agronómicas.....	10
Calidad Nutritiva.....	12
Carga Animal.....	12
Variedades.....	13
Caracterización de Germoplasm.....	14
Mejoramiento Genético de Especies Forrajeras.....	15
Modo Reproductivo del Zacate Buffel.....	17
Apomixis.....	19
Ventajas de la Apomixis.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS	22
Sitio Experimental.....	22
Clima.....	22
Material Genético.....	23
AN17PS (Pecos)	24
Común.....	25

Biloela.....	25
Nueces.....	26
Metodología.....	26
Siembra en Invernadero.....	26
Establecimiento en el Campo.....	27
Diseño Experimental.....	27
Labores Culturales.....	27
Variables Evaluadas.....	28
Análisis de Datos.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
Número de Panículas por Planta.....	30
Longitud de Panícula.....	33
Número de Involucros por Panícula.....	35
Peso de Involucros por Panícula.....	38
Densidad de Panícula.....	39
Altura de Planta.....	41
Rendimiento de Materia Seca.....	42
CONCLUSIONES.....	45
LITERATURA CITADA.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro No.</i>		<i>Página</i>
1	Análisis de varianza para panículas por planta de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.....	30
2	Comparación de medias de panículas por planta y longitud de panículas de 30 materiales de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.....	32
3	Análisis de varianza para longitud de panícula de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.....	34
4	Análisis de varianza para número de involucros por panícula de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.....	35
5	Comparación de medias de número de involucros por panícula y peso de involucros por panícula de 30 materiales de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.....	37
6	Análisis de varianza para peso de involucros por planta de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.....	38
7	Análisis de varianza para densidad de panícula de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.....	39
8	Comparación de medias de densidad de panícula y altura de planta de 30 materiales de zacate buffel. Zaragoza,Coah. 2011.....	40
9	Análisis de varianza para altura de plantas de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.....	41
10	Análisis de varianza para materia seca de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.....	42
11	Comparación de medias de materia seca de 30 materiales de zacate buffel. Zaragoza,Coah. 2011.....	44

INTRODUCCIÓN

La superficie dedicada a la ganadería en nuestro país, así como a nivel mundial, cada día se reduce más, al ampliarse la frontera urbana. Por ello es necesario la búsqueda de alternativas que permitan un mejor aprovechamiento del suelo. El uso de especies forrajeras perennes con mayor potencial de producción y calidad son una alternativa viable que le permitan al ganadero mantener una empresa rentable y sostenible.

El norte y noroeste de nuestro país, ganadero por excelencia, depende en gran parte de forrajes introducidos. La mayoría de los forrajes cultivados de importancia económica fueron introducidos de los continentes africano y asiático; otros se obtuvieron en programas de mejoramiento utilizando germoplasma originario de esos continentes. Sin embargo, ninguno de esos forrajes ha tenido la importancia que la introducción del zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) tuvo a fines de los años cincuenta. Basta señalar que para el año 2000 se estimaba que el buffel ocupaba una superficie de 4 millones de hectáreas en México, y más de 500,000 ha en Nuevo León.

El desarrollo de variedades mejoradas por los fitomejoradores es una tarea sin fin en cualquier cultivo y los zacates útiles al hombre no son la

excepción. El zacate buffel es una especie donde se pueden aprovechar las ventajas del proceso de reproducción sexual y las ventajas del proceso de reproducción asexual por semilla que permite fijar combinaciones génicas con heterosis como resultado de la hibridación (Miles, 2007). La apomixis es reproducción asexual por semilla en la cual un embrión se desarrolla dentro de un óvulo sin que ocurra meiosis y fertilización. Por lo cual los híbridos apomícticos de zacate buffel mantienen su constitución genética de una generación a otra debido a su modo reproductivo.

Dentro del Programa de Pastos de la UAAAN se realizaron en el año 2007 en Zaragoza, Coahuila pruebas de progenie de plantas F_1 seleccionadas (Gómez, 2009). La uniformidad observada en las progenies F_2 de 121 plantas F_1 , condujo a la clasificación de estas plantas como genotipos de reproducción asexual por semilla (apomixis). 72 familias F_3 apomícticas mostraron buenas características agronómicas y se evaluaron en 2010 en la localidad de Zaragoza, Coahuila. En este experimento se seleccionaron 26 familias F_3 por su producción de forraje, semillas y características de importancia agronómica.

Estos híbridos se han mostrado prometedores como variedades potenciales, por lo que para solicitar su registro como variedad protegida es importante cumplir con los requisitos que establece el SNICS, para obtener derecho de propiedad intelectual sobre una variedad vegetal, esta debe ser nueva, estable, homogénea y distinta. El SNICS establece que una nueva

variedad se debe de distinguir técnica y claramente por uno o varios caracteres pertinentes de cualquier otra variedad.

Por lo anterior se planteó la presente investigación con los siguientes:

Objetivos

1. Evaluar 26 híbridos apomícticos de zacate buffel para detectar y desarrollar variedades comerciales potenciales.
2. Caracterizar 26 híbridos apomícticos que nos permitan diferenciarlos de la variedad Común.

Hipótesis

1. La enorme variabilidad de los híbridos F1 apomícticos nos permitirá seleccionar al menos un material como variedad potencial.
2. Al menos uno de los híbridos se distinguirá de la variedad Común.

Palabras clave: Caracterización, morfología, híbridos, zacate buffel, apomixis

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Distribución del Zacate Buffel

El zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) es una gramínea forrajera, perenne que se utiliza como alimento tanto para animales domésticos como de la fauna silvestre, en varios países del Continente Americano. Bashaw (1985) reporta que debido a la variabilidad morfológica encontrada en África, muy probablemente este zacate se originó en este continente y particularmente en el país de Sudáfrica y de ahí se dispersó hacia el norte de África y hacia el este hasta alcanzar las regiones áridas del oeste de la India.

Flemons y Whalley (1958) mencionan que la especie de forma natural se distribuye entre las coordenadas geográficas de 30° latitud norte a 30° latitud sur; sin embargo en Australia ha tenido un buen comportamiento a 34° de latitud sur.

Importancia del Zacate Buffel

Debido a las buenas características agronómicas de esta especie (buen potencial forrajero, facilidad de establecimiento, tolerancia a la sequía y al pastoreo) se le considera la especie de mayor importancia para la ganadería extensiva en las regiones áridas y semiáridas del norte y noreste de México; se

presenta como una alternativa para mejorar la condición de los agostaderos, especialmente en aquellas áreas donde los pastos nativos han desaparecido, debido a sequías prolongadas y al sobrepastoreo; de todo el buffel que se ha dispersado en el país, el 95% pertenece a la variedad Común (García *et al.*, 2003; Loredó *et al.*, 2004).

Una de las ventajas del zacate buffel es la facilidad para establecerse en aquellas tierras que fueron abiertas al cultivo y después abandonadas, por improductivas, erosionadas o en agostaderos extremadamente degradados, debido a la capacidad de resistir períodos prolongados de sequía, que facilitan su adaptación en este tipo de sitios; también se le ha utilizado para la estabilización de dunas, áreas desmontadas, ribereñas y barrancos. Ibarra *et al.* (2005) mencionan que se ha utilizado heno como mantillo para reducir la erosión, pérdida de agua y nutrientes en las capas superficiales del suelo. En Australia, se ha utilizado la siembra de buffel en barrancos profundos, producidos por minas para reducir la erosión por escurrimiento de agua y suelo (Carroll y Tucker, 2000; Singh y Rathod, 2002). En el 2002 en el estado de Tamaulipas se le consideró como una de las opciones en los programas de reconversión productiva de suelos deteriorados (SAGARPA, 2002).

Descripción Morfológica

El zacate buffel es una planta forrajera, amacollada, su período de crecimiento es durante la estación cálida del año, puede medir hasta 1.20 m,

dependiendo de la variedad y de las condiciones en que se desarrolla; bajo condiciones de agostaderos su altura varía de 15 a 60 cm. Los tallos nacen de la corona, son erectos o semierectos. Las hojas son delgadas, largas, pubescentes cerca de la lígula. Su sistema radicular es profundo y muy ramificado, este es la causa principal que le permite soportar el pastoreo intenso y resistir períodos de sequía prolongados. La inflorescencia es una panícula con espiguillas en racimos cilíndricos, compuestos por cerdas que tienen una apariencia plumosa (Loredo *et al.*, 2005).

Requerimientos Edáficos

Cox *et al.* (1988) mencionan que esta especie tiene una buena adaptación en suelos con textura migajón arcillosa, en suelos planos, profundos y lomeríos suaves. En la literatura se reporta que el establecimiento del zacate buffel falla en suelos poco profundos y arcillosos y que en suelos con 20% de arcilla se empieza a tener problemas ya que la compactación del suelo afecta la germinación y emergencia de las plántulas; así mismo, texturas mayores de 30% son especialmente inadecuadas para la siembra de esta especie (Anderson, 1970; Holt, 1985; Williamson y Pinkerton 1985; Jiménez *et al.*, 2005). Sin embargo, en el Programa de Pastos de la UAAAN se han establecido materiales del zacate buffel en Ocampo Coahuila en suelos con textura de hasta 52 % de arcilla, los materiales tuvieron un buen establecimiento y buena persistencia, durante más de 10 años, pero no se observó su dispersión.

Ibarra *et al.* (1991) mencionan que la especie se establece y persiste en pH de 5.1 a 8.4, los suelos ligeramente alcalinos son aparentemente más aptos para la especie. Otro factor limitante para el establecimiento del zacate buffel es la salinidad, se ha reportado que la especie no es tolerante a este factor abiótico. Sin embargo, se sabe que existe variabilidad entre ecotipos, se ha reportado a Biloela como la variedad de zacate buffel más tolerante a la salinidad (Williamson y Pinkerton, 1985).

Ibarra *et al.* (1995) mencionan que el zacate buffel se establece, persiste y se dispersa en suelos con las características siguientes:

- El contenido de arena varía de 60-90%
- El contenido de limo y arcilla siempre es menor a 50%
- PH de 6 a 9
- Contenido de sales menor a 2000 ppm
- El fósforo disponible es de 1 a 22 ppm

Requerimientos Climáticos

Ibarra *et al.* (1991) mencionan que una de las desventajas del zacate buffel es su baja tolerancia a las heladas. Las plantas presentan un buen desarrollo cuando la temperatura mínima promedio es superior a los 10°C. A temperaturas menores a 4 °C la producción de hojas disminuye (Jiménez *et al.*, 2005). Hanson (1972) menciona que en E.U. la variedad Común se adapta a sitios donde la temperatura raramente baja hasta -17°C. No tolera temperaturas de congelación extremas (más bajas de -10 °C).

Cox (1991) menciona, que de manera natural el zacate buffel se dispersa en sitios con elevaciones de 6 a 830 msnm y donde la temperatura mínima y máxima promedio mensual varía de 5 a 45 °C. Debido a su baja tolerancia a las heladas, limita su rango de adaptación al sur de Texas y norte de México (Ibarra *et al.*, 1991); por lo que uno de los objetivos en el mejoramiento del zacate buffel es desarrollar materiales con mayor tolerancia a este factor abiótico. Se ha observado que los materiales rizomatosos toleran temperaturas más bajas debido al mecanismo de protección de los rizomas (Bashaw, 1985).

Dentro de los materiales que presentan mayor tolerancia a las heladas se encuentra Llano, que es un híbrido F1 apomíctico obligado, desarrollado en Texas, mostró una mayor tolerancia a heladas que Común y Higgins (Bashaw, 1985). En Navidad, N. L este material también presentó 100% de sobrevivencia cuando se presentaron temperaturas menores a 0°C en 130 ocasiones en un año. El híbrido AN17PS (Pecos) liberado por el Programa de Pastos de la UAAAN es utilizado en el sur de Texas, por su potencial forrajero y su tolerancia a heladas.

El crecimiento del zacate buffel se acelera cuando la temperatura es superior a los 15°C. y donde la precipitación promedio anual fluctúa de 200 mm en los desiertos de Turkana y Sonora y de 1250 mm en el noreste de Australia. Ibarra *et al.* (1994) mencionan que el zacate buffel persiste y se dispersa en sitios donde la precipitación varía de 330 a 600 mm y la precipitación de verano

es de 250 a 550 mm y la de invierno inferior a los 200 mm. El zacate buffel es especialmente productivo en zonas semiáridas con climas cálidos o templados clasificados como BS, significa que la humedad del suelo es limitante, además de que la precipitación es escasa e irregular (Jiménez *et al.*, 2005).

El zacate buffel prospera en climas semiáridos, subtropicales y tropicales, requiere un mínimo de 250 mm de precipitación anual. Ibarra *et al.* (1991) reportan que el zacate buffel persiste, pero no se dispersa en sitios adyacentes cuando las lluvias en la época de crecimiento exceden los 440 mm en el noreste de Australia y sureste de México.

Teniendo humedad puede crecer desde marzo hasta las primeras heladas en septiembre-octubre, inicia el rebrote después de acumular 10 a 20 mm de precipitación en el verano.

Debido a que la adaptación de una especie se debe al efecto combinado de altitud y latitud; en el estado de Texas las mejores praderas de buffel se encuentran a 200 m de elevación; en el noreste de México a 700 m y en el centro y sur de México entre 1500 y 2000 msnm (SARH, 1978).

En las regiones semiáridas, la fase de establecimiento del zacate buffel en condiciones de temporal es lenta; puede ser mayor a un año, mientras la planta desarrolla su sistema radicular. El primer año es crítico para la sobrevivencia del pasto y depende de la humedad disponible y de

temperaturas adecuadas (Loredo *et al.*, 2005). Sin embargo, se ha observado una mayor rapidez en el establecimiento del buffel comparado con especies nativas donde el establecimiento es todavía más lento. Debido al alto costo de las resiembras y las bajas probabilidades de éxito, se requiere que las especies forrajeras utilizadas bajo condiciones de agostadero tengan una buena capacidad de establecimiento, pero de igual importancia es la persistencia y dispersión de las mismas, es decir, que colonicen áreas adyacentes.

De acuerdo a Ibarra *et al.* (1991) el zacate buffel es de fácil establecimiento, pero falla o desaparece paulatinamente bajo las siguientes condiciones:

- Cuando el contenido de arena, arcilla y limo excede el 90, 50 y 60 por ciento respectivamente.
- Sitios con menos de 250 mm de lluvia.
- El promedio de temperaturas mínimas del mes más frío es cercano a los 5°C.
- Las siembras se realizan en suelos salinos y ácidos.
- Cuando no existe un manejo adecuado de la pradera, que está sujeta a pastoreo pesado sin intervalos de descanso.

Características Agronómicas

El zacate buffel posee un buen forraje para el ganado y puede cortarse, henificarse o pastorearse. Tolera la sequía, ayudan a restablecer la fertilidad en suelos agrícolas deteriorados, y ya establecidos son pastos robustos, amacollados, perennes, de crecimiento rápido y agresivo (Jiménez *et al.*, 2005).

Se dispersa por semilla y rizomase inicia su crecimiento siempre y cuando se presenten dos condiciones:

1. Humedad en el suelo.
2. Temperatura mínima que sobrepase los 15 °C en el verano, si el invierno no es frío el zacate puede permanecer verde y productivo.

En África el zacate buffel es la especie nativa más importante donde es aprovechado como forraje para ovinos, caprinos, entre otros y también provee hábitat para especies de aves y fauna silvestre (Donaldson, 1992). La producción forrajera ocurre a mediados del verano; se considera como forraje total de la planta, el constituido por tres elementos: material verde: componente succulento de la planta, material seco: entreverado en la planta con un color amarillo y material viejo: fibroso con un color grisáceo, adherido a tallos.

Torres (2005) en la localidad de Zaragoza, Coah en un estudio con híbridos de zacate buffel y variedades comerciales como testigos, reportó rendimientos de forraje verde de 23.187, 31.831, 20.075, 29.337, 27.056 y 27.363 tn/ha para AN17PS, Z-115, Común II, Formidable, Nueces y Higgins respectivamente.

Woodward (1980) en un estudio realizado en Weslaco, TX. con la variedad Común reporta rendimientos experimentales promedio de tres años de 20.9 y 13.5 tn/ha de materia seca bajo condiciones de riego y temporal respectivamente.

Calidad Nutritiva

El contenido proteico en buffel aumenta después de las lluvias de verano o invierno, aunque depende de las diferentes etapas fenológicas: mayor valor en crecimiento activo y menor de acuerdo al avance de la maduración del otoño-invierno (Playne, 1970; White, 1985; Martin, 1991). En crecimiento activo, la planta contiene 19% de proteína cruda; 10% durante el rebrote; 11% antes de la producción de inflorescencias; 8% a la madurez; y de 2 a 4% durante la época de secas (Hussey, 1985; Ibarra *et al.*, 1987).

Bashaw (1981) menciona que la calidad nutricional del zacate buffel es alta y reportó una digestibilidad *in vitro* de materia seca de 61%. Gutiérrez (2011) determinó la digestibilidad *in vitro* de nueve variedades de zacate buffel (AN17PS, Biloela, Común, Común II, Formidable, Higgins, Nueces, B-1s y Z-115) a siete tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 hr), el reportó una digestibilidad promedio de 52 por ciento.

Carga Animal

La carga animal está relacionada con dos factores: intensidad y defoliación; la primera se refiere a la proporción de material vegetativo removido al utilizar la planta y frecuencia de defoliación al número de veces que una planta es consumida en un ciclo de pastoreo. El efecto de estos factores va a

depender de la carga animal, duración e intervalo entre pastoreos (Ibarra, 1990).

En algunos estados como en Sinaloa el zacate buffel ha incrementado la capacidad de carga animal, ya que en praderas de buffel es posible que una unidad animal se mantenga todo el año en 2 ha, mientras que con la vegetación nativa se requiere de 30, 20 y 15 ha/UA (Romero, 1981).

Hanselka (1988) reporta que en ranchos del sur de Texas el zacate buffel reduce el coeficiente de agostadero de 30 a 10 acres/UA (12 a 4 ha/UA).

Variedades

Ayerza (1981); (Jiménez *et al.*, 2005) clasifican las variedades de zacate buffel de acuerdo a si posee o no rizomas y a la altura de las plantas en altas, medianas y bajas.

Variedades Altas. Estas variedades se caracterizan por que poseen rizomas y alcanzan una altura de 1.5 m con una precipitación pluvial de 400-890 mm. Variedades de porte alto son Biloela, Molopo, Boorara, Numbank, Tarewinnabar, Nueces, Llano, entre otras.

Variedades Medianas. Estas variedades crecen a una altura aproximadamente de 0.9 m, producen una mayor cantidad de hojas y un número mayor de macollos y pueden o no desarrollar rizomas. En este grupo se

encuentran las variedades Común, Higgins y Gayndah. Gaynda tiene los mismos requerimientos climáticos que Biloela, pero su menor altura y mayor cantidad de hojas lo convierten en un material preferido en pastizales para ovinos.

Variedades Bajas. Estas variedades raramente superan los 70 cm de altura y no posee rizomas dentro de estas se incluyen las variedades: Sebungwe, Manzimnyama y West Australian esta última es un material precoz de follaje denso, hojas finas, adaptada a condiciones con bajas precipitaciones (305-380 mm), se reporta como un material susceptible a la salinidad (Jiménez *et al.*, 2005; Ayerza, 1981).

Caracterización de Germoplasma

La caracterización es el conjunto de observaciones que permiten distinguir a una población de plantas que constituyen una variedad vegetal. Los recursos genéticos son la materia prima que los mejoradores de plantas utilizan para la obtención de variedades con buenas características. Estos recursos son una gran riqueza para el mejorador de plantas, por lo que es importante evaluarlos, caracterizarlos, conservarlos e inducir a que el fitomejorador los aproveche al máximo.

Un aspecto de fundamental importancia en el manejo de esos recursos, es la caracterización, ya que nos permite conocer la variación con la que se cuenta y dirigir el mejoramiento de acuerdo a los objetivos planteados. Una vez que el mejorador ha generado una nueva variedad, se requiere caracterizarla con el objeto de conocer dicho material, de tal forma que una vez dentro del proceso de producción de semillas se pueda mantener la pureza genética del genotipo en cuestión y por otra parte proteger los derechos de propiedad intelectual de variedades de plantas del fitomejorador.

Mejoramiento Genético de Especies Forrajeras

A pesar de la importancia que tienen los forrajes en el sector pecuario mexicano, la generación de variedades mejoradas de especies forrajeras tienen un retraso considerable comparada a la de algunas especies cultivadas; prueba de ello es que en 1976 se registraron las primeras variedades mejoradas de especies forrajeras ante el Comité Calificador de Variedades de Plantas, fueron dos variedades de zacate banderilla: AN Selección 75 y Chihuahua 75 que fueron liberadas por el Programa de Pastos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (González, 1982). Esta situación es debida probablemente que durante mucho tiempo la actividad pecuaria en nuestro país descansó en la vegetación nativa. Por otro lado, las especies forrajeras presentan una serie de dificultades en el mejoramiento. Una de ellas es que estas especies son plantas perennes de vida larga, por lo que demanda muchos años evaluar la persistencia y la productividad de nuevos genotipos;

otras de las a dificultades las que se enfrenta el mejorador son: la polinización cruzada, la autoincompatibilidad, poliploidia, los órganos florales pequeños que dificultan la emasculación manual y el modo de reproducción apomítica prevalente en estas especies (Martínez, 1999; Poehlman y Allen, 2005).

A través del tiempo los programas de mejoramiento de especies forrajeras, han contribuido al incremento de la productividad, ya sea en términos de producción total y/o distribución estacional y de la persistencia. Recientemente el mejoramiento se ha enfocado a la calidad del forraje y a la resistencia a factores bióticos y abióticos, adicionalmente existirá una demanda por generar cultivares forrajeros como fuente de nuevos productos y procesos (Andrés, 2005).

La variabilidad genética es la materia prima para cualquier programa de mejoramiento, sin esta diversidad ningún fitomejorador tendrá un progreso genético significativo, ya que permite la selección de cultivares para diversos objetivos, como mayor rendimiento, contenido de proteínas o aceites, tolerancia a factores bióticos o abióticos, entre otros (Brunner, 1995).

Dentro de las herramientas de mejoramiento genético disponibles para incrementar la diversidad genética, se mencionan la hibridación, la recombinación y la mutación (natural o inducida) (Donini y Sonino, 1998; Atake *et al.*, 2004). Antes de iniciar un programa de mejoramiento genético requisito indispensable es conocer el modo de reproducción y el número cromosómico

de la especie, debido a la diversidad citogenética que existe en los zacates tropicales (Burson y Young, 2001).

Modo Reproductivo del Zacate Buffel

La apomixis es el modo de reproducción prevalente en zacate buffel, de acuerdo a los primeros estudios realizados el mecanismo de reproducción apomítica es aposporia seguido por pseudogamia (Fisher *et al.*, 1954; Snyder *et al.*, 1955).

La aposporia implica que el saco embrionario se desarrolla en el óvulo a partir de una célula somática no reducida (nucelo), por lo que las células de un apomítico tienen un número cromosómico no reducido (Koltunow, 1993; Burson y Young, 2001). En los apomíticospseudógamos, el embrión se desarrolla partenogenéticamente a partir de esta célula no reducida, pero para el desarrollo del endospermo y por lo tanto formación de la semilla, depende de la polinización y fertilización de los núcleos polares (Koltunow *et al.*, 1995). Se considera que la aposporia es el mecanismo de apomixis más común (95%) en las gramíneas (Bath *et al.*, 2005).

De acuerdo al nivel de apomixis expresada se clasifican en apomixis obligada o facultativa. En los estudios realizados por Fisher *et al.* (1954); Snyder *et al.* (1955) reportaron al buffel como un zacate apomítico obligado; posteriormente Bray (1978) y Sherwood *et al.* (1980) con base en estudios

citológicos y pruebas de progenie reportaron la existencia de apomixis facultativa en la especie (plantas capaces de reproducirse de forma sexual y apomíctica).

La mayoría de los apomícticos tienen líneas sexuales o parcialmente sexuales que introducen variabilidad genética a los programas de mejoramiento. El zacate buffel no es la excepción; Bashaw (1962) reportó una planta capaz de reproducirse sexualmente (TAM CRD B-1s), se considera que este es el descubrimiento más importante dentro del proceso evolutivo del zacate buffel. Esto permitió enfocar el mejoramiento genético del zacate buffel hacia el desarrollo de híbridos apomícticos, (aprovechando las potencialidades de la apomixis), ya que la apomixis es una herramienta que fija el genotipo y mantiene estables las características agronómicas deseables, a pesar de la heterocigocidad (Taliaferro y Bashaw, 1966).

El Programa de Pastos de la UAAAN, implementó la hibridación como método de mejoramiento del zacate buffel desde 1985, fecha en que el clon sexual (TAM CRD B-1s) fue introducido a México por el Dr. Jorge González Domínguez (Gómez, 2009). Resultado de estos trabajos fue la generación y liberación del primer híbrido comercial de zacate buffel (AN17PS) en México (González y Gómez, 2004).

Apomixis

La apomixis es un método de reproducción asexual que resulta en la formación de semillas que contienen un embrión con el genotipo materno (Asker y Jerling, 1992). La característica principal de las especies apomícticas son la ausencia de meiosis (apomeiosis) y desarrollo de la célula huevo independiente de la fertilización (Nogler, 1984). La apomixis se ha reportado en más de 300 especies y 35 familias (Hanna y Bashaw, 1987) y en más de 125 especies de zacates forrajeros perennes (Bashaw y Funk, 1987).

Las especies apomícticas imitan la reproducción sexual, en que la semilla se desarrolla en el óvulo de la flor, pero sin la unión de la célula huevo y el núcleo espermático, lo que significa que los embriones en las plantas apomícticas se forman de un núcleo no reducido y no fertilizado (Bashaw y Funk, 1987) y por lo tanto las semillas apomícticas producidas son genéticamente idénticas al progenitor femenino (Ozias-Akins, 2006; Miles, 2007). La característica del mecanismo de reproducción apomíctico es eludir la ruta sexual para evitar la reducción meiótica y la fecundación (Ozias-Akins, 2006).

Ventajas de la Apomixis

La apomixis tiene un gran potencial para el mejoramiento de las plantas. Mc Meniman y Lubulwa (1997) estimaron un potencial económico de la tecnología de la apomixis para producir híbridos de arroz de 2.5 millones de dólares al año.

- Los apomícticos presentan ventajas adaptativas: producen descendencia fértil sin importar su balance cromosómico.
- La propagación clonal de los apomícticos es una ventaja, ya que conducen a la fijación de un genotipo deseable, esto es una herramienta valiosa que puede utilizarse en el mejoramiento de las plantas (Hanna, 1999).
- Fija el vigor híbrido y la semilla puede ser producida durante generaciones sin pérdida del vigor o alteración del genotipo (Spillane *et al.*, 2004).
- Facilita la producción de semilla híbrida, ya que elimina el manejo especial en el mantenimiento y aislamiento de las líneas lo que repercute en la reducción de costos (Bashaw y Hanna, 1990).
- Evita complicaciones propias de la reproducción sexual: polinizadores, compatibilidad en cruza y la eliminación de transferencia viral en plantas que son propagadas vegetativamente como en la papa.

A pesar que estudios genéticos en muchas especies han reportado la apomixis como un carácter dominante de herencia simple (Bicknell *et al.*, 2000; Sherwood *et al.*, 1994), su transferencia a través de hibridación o especies cultivadas relacionadas no han tenido éxito (Savidan, 2001). Un entendimiento de los mecanismos moleculares involucrados en el desarrollo apomíctico puede facilitar la transferencia de este carácter a especies cultivadas agrónomicamente importantes.

Para la obtención de nuevo germoplasma en especies apomícticas obligadas se han utilizado métodos no tradicionales. En los últimos años se han desarrollado técnicas biotecnológicas y moleculares para el mejoramiento de gramíneas y leguminosas forrajeras (Spangenberg, 2004). Entre las cuales se mencionan: la variación somaclonal, transgenesis, inducción de mutaciones, fusión de protoplastos, etc. De esta manera, se pueden generar cultivares mejorados para caracteres de interés agronómico que, a través del mejoramiento convencional, no podrían lograrse (Ahoowalia and Maluszynski, 2001).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio Experimental

El trabajo de investigación se realizó en el Campo Experimental de Zaragoza, Coahuila de la Unidad Norte, perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El campo se localiza a 28° 33' de latitud norte y 100° 55' de longitud oeste y a una altura de 350 msnm.

Clima

El tipo de clima de la región pertenece a la clasificación BSohx'(e) lo que significa que se trata de un clima seco, semicálido, extremoso, con invierno fresco, lluvias escasas todo el año, con precipitación invernal superior al 10 % (García, 1987).

Temperatura

La temperatura media anual es de 21.4°C, las heladas en la región se presentan desde finales de otoño hasta principios de la primavera con un período libre de heladas de cinco meses del mes de mayo hasta el mes de septiembre. Las heladas más frías ocurren en enero y son más numerosas

que en diciembre; en febrero y marzo también se presentan heladas, pero son menos frecuentes y severas.

Precipitación

La precipitación promedio anual es de 374 mm. Todo el año llueve, pero la lluvia no es muy abundante; septiembre es el mes más lluvioso y marzo el menos lluvioso. Existe probabilidad de granizo en los meses de abril y mayo aunque ésta es mínima y en general casi no se presentan granizadas.

Fotoperíodo

Los meses más soleados son julio y agosto. Los días más largos se presentan en los meses de mayo, junio y julio excediendo las 13 horas de luz, en junio el fotoperíodo es de hasta 13 horas y 48 minutos. En diciembre la duración promedio del día es de 10 horas y 12 minutos.

Material Genético

En esta investigación se evaluaron 26 híbridos apomícticos F1 de zacates buffel generados en el Programa de Pastos de la UAAAN; estos híbridos se obtuvieron de cruzas realizadas en 2006 entre el clon sexual TAM CRD B1s (progenitor hembra) y la variedad Zaragoza115 (progenitor macho). En este mismo año se evaluaron en Zaragoza, Coahuila 6000 híbridos F1 y se seleccionaron 517. Se evaluaron agrónomicamente por segunda ocasión en 2007 y por medio de pruebas de progenie se determinó el modo de

reproducción de los híbridos. Evaluaciones posteriores permitieron seleccionar estos 26 híbridos de reproducción apomíctica, los cuales fueron caracterizados en esta investigación incluyendo como testigos las variedades comerciales AN17PS (Pecos), Común, Biloela y Nueces, las cuales se describen a continuación:

AN17PS (Pecos)

Es el primer híbrido apomíctico liberado en México, generado por los fitomejoradores de buffel del Programa de Pastos de la UAAAN resultado del cruzamiento entre el clon sexual B-1s con Zaragoza 115. Es comercializado en Estados Unidos como Pecos, también se comercializa en la mezcla llamada Laredo (Hanselkaet *al.*, 2004).

El híbrido AN17PS de zacate buffel, aunque similar a Común en apariencia en anthesis, difiere marcadamente en rasgos agronómicos y de calidad de semilla. Bajo las condiciones del área de Kenedy, Texas, AN17PS es en promedio 28% más alto, tiene un color de follaje más oscuro que Común, las hojas son en promedio más anchas y 24% más largas, la longitud del raquis es 6% más larga. AN17PS produce aproximadamente 40% del número de inflorescencias por planta que produce Común pero tiene 23% más involucros por espiga 47% más pesados y un peso de cariósido por espiga 40% mayor comparado a Común. Hay aproximadamente 467,894 involucros por kilogramo de semilla cosechada en campo. Los cariósidos de AN17PS son café y ovals

con un peso de 0.82 g por 1000 gramos y 1,219,512 granos por kg de semilla (González y Gómez, 2004).

Común

Fue introducida a los Estados Unidos de una región de Kenya con baja precipitación (Bashaw, 1981). Actualmente es la variedad de buffel más ampliamente distribuida en el sur de Texas y norte de México donde ocupa 4 millones de hectáreas. Se caracteriza por su tolerancia a la sequía y su alta producción de panículas. Sin embargo, es altamente susceptible al tizón foliar, una enfermedad causada por el hongo *Pyricularia grisea*, que afecta considerablemente el rendimiento y la calidad de la semilla y el forraje de zacate buffel (González *et al.*, 1998). Las plantas son de tallos finos y forraje denso, semejante a la variedad Gayndah, aunque florece un poco antes que esta y las inflorescencias son de color más púrpura (Ayerza, 1981; Cook *et al.*, 2005).

Biloela

Fue derivada de semilla introducida (CPI 6934) en Australia en 1937 de Tanganika, en 1955 fue distribuido como cultivar comercial (Paull y Lee, 1978). Los tallos alcanzan 1.5 m de alto posee de, 7-11 nudos originados frecuentemente en los rizomas. Las hojas son glabras, inflorescencias de alrededor de 7 cm de longitud sobre un pedúnculo suave. Las espiguillas son de color paja a rojiza, una alta proporción de estas espiguillas están vacías, o sea

que no contienen cariósides (Humphreys, 1986), esto probablemente como resultado de su condición pentaploide (Gómez, 2009).

Nueces

Es un híbrido apomítico obtenido del cruzamiento entre una planta sexual y un apomíticorizomatoso del tipo azul, desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la Estación Experimental de Texas. Poseen follaje verde azulado con una inflorescencia marrón oscuro. Tiene una buena producción de forraje y posee rizomas vigorosos que le permiten una sobrevivencia mayor al invierno que Común (Ayerza, 1981; Bashaw, 1980). En el área de Kenedy, Texas ha mostrado variabilidad morfológica (comunicación personal del Dr. Oscar Rodríguez al Dr. J. González D.); por lo que es posible sea un apomítico facultativo.

Metodología

Siembra en Invernadero

La siembra se realizó con semilla escarificada en cajas de nieve seca de 200 cavidades, se sembró un híbrido por charola depositando dos cariósides por cavidad y se mantuvieron en el invernadero hasta que alcanzaron la altura requerida (12-15 cm) para ser trasplantados en el campo. En el invernadero se les proporcionó agua y nutrientes necesarios para su desarrollo.

Establecimiento en el Campo

El establecimiento del experimento se realizó por trasplante, previo a esta actividad se preparó el terreno con un paso de arado profundo y uno de rastra, de modo que el suelo quedara en las mejores condiciones, para el establecimiento de las plantas. El trasplante se llevó a cabo el 29 de junio del 2011 en forma manual y el experimento se condujo bajo condiciones de riego.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 26 híbridos apomícticos y cuatro variedades comerciales como testigos, con dos repeticiones, las parcelas experimentales fueron de tres surcos, con 10 plantas por surco, con una distancia de 0.50m entre plantas y una distancia entre surcos de 0.80m. La parcela útil fue de ocho plantas del surco central con una superficie de 3.2 m².

Labores Culturales

Los riegos se aplicaron oportunamente de acuerdo a los requerimientos de las plantas. Se le proporcionó la atención adecuada en cuanto a los deshierbes, una vez establecidas las plantas, no permitieron el desarrollo de las malezas, ya que las plantas de esta especie tienden a expandirse debido a su tipo de crecimiento rizomatoso.

Variables Evaluadas

Se determinaron siete variables cuantitativas que se describen a continuación:

Número de Panículas por Planta

El número de inflorescencia se tomó directamente en el campo, se contaron las panículas de dos plantas de la parcela útil, el dato se dividió entre dos para obtener el número de panículas por planta.

Se tomó una muestra al azar de dos inflorescencias por parcela que estuvieran completas, que no hubiera perdido involucros, para determinar las siguientes variables:

Longitud de Panícula

Esta variable se determinó midiendo, con una regla, desde la base donde se encuentra el primer involucro hasta el ápice de la panícula.

Número de Involucros por Panícula

Para determinar esta variable, se trillaron las panículas y se contaron los involucros de cada inflorescencia.

Peso de Involucros por Panícula

El peso de los involucros se obtuvo en el Laboratorio de Genética en una balanza analítica, esta se manejó con mucho cuidado para evitar movimientos que alteraran los pesos.

Densidad de Panícula

Esta variable se obtuvo indirectamente dividiendo el número de involucros entre la longitud de panícula.

Altura de Planta

Se tomó la altura de dos plantas, de la parcela útil, se midió desde la base hasta la mayoría de las inflorescencias. El dato se dividió entre dos para obtener el valor por parcela.

Rendimiento de Materia Seca

El 2 de diciembre de 2011 se cortó y peso el forraje de seis plantas de la parcela útil, debido a que en esta fecha las plantas ya estaban secas, se tomó el dato directamente como peso seco y por medio de una regla de tres simple se determinó el rendimiento de materia seca por hectárea.

Análisis de Datos

Los datos fueron sometidos a la técnica de análisis de varianza y en los casos donde hubo diferencias significativas se realizó la comparación de medias utilizando la prueba de Diferencia Mínima Significativa ($DMS \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de Panículas por Planta

De acuerdo con González y Gaytán (1992) la producción de panículas, ya sea por planta o por unidad de superficie, es el componente más importante del rendimiento de semilla.

El análisis de varianza para la variable panículas por planta detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos, al igual se obtuvo diferencias altamente significativas entre bloques (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza para panículas por planta de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0.05	0.01
TRAT	29	14582.62	502.84	2.90**	1.85	2.42
BLOQUES	1	3832.00	3832.00	22.90**	4.18	7.60
E. EXP	29	5030.12	173.45			
TOTAL	59	23444.75				

C.V.=57%

**=Altamente significativa

En el Cuadro 2 se presenta la comparación de medias; se observa la formación de nueve grupos de medias, el primer grupo estuvo formado por el H2, H3, Común, H22, M-7, H7, H5, M-3, H8 con 56.7, 51.7, 50.2, 44.5, 43.2, 41.5, 35.5, 34.5, 33.2 panículas por planta respectivamente.

El último grupo estuvo integrado por 21 materiales, en este grupo estuvieron incluidos los testigos a excepción de la variedad Común. Así como el M-5 (8.7) y M-2 (6.7) que ocuparon el 23° y 26° lugar respectivamente. El rango en el número de panículas por planta fue de 1.5 para el H13 hasta 56.7 para el H2 con una diferencia de 55.2 entre el valor más bajo y el más alto.

Los testigos comerciales: Común, Nueces, Biloela y AN17PS produjeron 50.2, 28.2, 23.2 y 12.2 panículas por planta respectivamente, con un promedio de 28.45 panículas, 30% más que el valor promedio (21.85) de los híbridos restantes. Común produjo 1.7, 2.16 y 4.11 veces más panículas que Nueces, Biloela y AN17PS respectivamente.

Morales (2013) en un estudio realizado en Saltillo, Coah. con estos mismos genotipos; reportó dos conteos de panículas por planta, en la primera evaluación (24 de septiembre 2011) encontró un rango de 6.3 a 68.6 panículas por planta y en el segundo conteo (2 de noviembre 2011) un rango de 31.6 a 135.5 panículas por planta, el hecho de que todos los genotipos incrementaran su número de inflorescencias en el segundo conteo lo atribuye a fotoperíodos más cortos que favorecen el desarrollo reproductivo.

Cuadro 2. Comparación de medias de panículas por planta y longitud de panículas de 30 materiales de zacate buffel. Zaragoza Coah. 2011.

Híbrido y/o Variedad	Panículas por Planta (No.)	Híbrido y/o Variedad	Longitud de panícula (cm)
2	56.7 a	22	13.5 a
3	51.7 a b	Nueces	12.7 a b
Común	50.2 a b c	Común	11.3 b c
22	44.5 a b c d	8	11.2 b c d
M-7	43.2 a b c d	AN17PS	11.2 b c d e
7	41.5 a b c d e	15	10.7 b c d e f
5	35.5 a b c d e f	2	10.5 c d e f g
M-3	34.5 a b c d e f g	21	10.3 c d e f g h
8	33.2 a b c d e f g h	M-7	10.3 c d e f g h
Nueces	28.2 b c d e f g h i	11	10.2 c d e f g h
1	23.5 c d e f g h i	20	10.2 c d e f g h
Biloela	23.2 d e f g h i	M-2	10.1 c d e f g h i
12	23.0 d e f g h i	4	10.0 c d e f g h i
10	22.5 d e f g h i	M-3	10.0 c d e f g h i
11	21.7 d e f g h i	17	9.9 c d e f g h i
20	20.7 d e f g h i	10	9.9 c d e f g h i
16	16.2 e f g h i	5	9.5 c d e f g h i j
4	16.2 e f g h i	9	9.3 d e f g h i j
17	13.0 f g h i	19	9.2 e f g h i j
21	12.5 f g h i	1	9.1 f g h i j k
AN17PS	12.2 f g h i	7	9.0 f g h i j k
6	9.0 f g h i	Biloela	9.0 f g h i j k
M-5	8.7 f g h i	12	9.0 f g h i j k
14	8.7 f g h i	18	8.9 f g h i j k
15	7.7 g h i	14	8.9 f g h i j k
M-2	6.7 h i	13	8.7 g h i j k
9	6.0 i	6	8.5 h i j k
18	4.7 i	16	8.2 i j k
19	4.5 i	M-5	7.9 j k
13	1.5 i	3	7.2 k

Valores con literales distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo a DMS ($\alpha < 0.05$).

Los valores promedio y el rango obtenidos en esta investigación son similares a los de la primera lectura reportada por Morales (2013). Sin embargo, para las variedades comerciales AN17PS y Nueces produjeron un 93% y 80% más panículas por planta respectivamente en esta investigación (localidad Zaragoza, Coah) que en la localidad de Saltillo, Coah. En el caso de Biloela y Común produjeron un 20% y 37% más panículas bajo las condiciones de Saltillo, Coah. El M-5 obtuvo un número de panículas similares en ambas localidades. Para el M-7 y M-3 las condiciones de Zaragoza, Coah. fueron más favorables ya que produjeron un 278% y 150% más panículas que en Saltillo, Coah. El contraste más alto fue con el M-2 que obtuvo un 668% más inflorescencias en Saltillo.

En otra investigación con 20 híbridos F1 experimentales de zacate buffel en la región de Ocampo, Coah; se reportó una media de 70.95 panículas por planta con un rango de 39.5 a 91.1 (Alvarado, 1994). Estos mismos híbridos fueron evaluados el año siguiente y se observó un incremento de 173% con respecto al año anterior. Se obtuvo una media general de 192 panículas por planta con un rango de 128 a 257 panículas por planta (Carbajal, 1996).

Longitud de Panícula

El análisis de varianza para longitud de panícula detectó diferencias altamente significativas entre genotipos y no detectó diferencias significativas entre bloques (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza para longitud de panícula de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0.05	0.01
TRAT	29	102.09	3.52	3.71**	1.85	2.42
BLOQUES	1	3.10	3.10	3.27 ^{NS}	4.18	7.60
E. EXP	29	27.53	0.94			
TOTAL	59	132.73				
					C.V.=9.9%	

NS=No significativa **=Altamente significativa

El rango en la longitud de la inflorescencia fue de 7.2 a 13.5 cm para el H3 y H22 respectivamente, el H22 produjo inflorescencias 87.5% más largas que H3. Estos datos coinciden con los obtenidos por Morales (2013) quien midió la longitud de las panículas de estos mismos genotipos en cuatro ocasiones, con una diferencia de una semana, ella encontró que la longitud de las panículas se mantuvo constante a través del tiempo. En la 4° lectura ella obtuvo un rango de 7.25 a 13 cm para H3 y H 22 respectivamente, en esta investigación también el H22 obtuvo el valor más alto (13 cm) por lo que se deduce que esta variable es un carácter controlado genéticamente.

Se formaron 11 grupos de medias, el primer grupo estuvo formado por el H-22 y Nueces con 13.5 y 12.7 cm respectivamente; a su vez Nueces fue igual estadísticamente a Común, H8, AN17PS, y H15 con 11.3, 11.2, 11.2 y 10.7 cm respectivamente (Cuadro 2).

La longitud de panícula promedio de los testigos fue de 11.03 cm un 14% más largas que el promedio de los híbridos restantes (9.6 cm). El último grupo estuvo conformado por 11 genotipos en las que quedó incluido Biloela que produjo inflorescencias más chicas (9 cm) que el resto de las variedades. El M-5 con 7.9 cm también estuvo incluido en este último grupo, Morales (2013) reportó una longitud de 9.7 cm para este material.

Número de Involucros por Panícula

El análisis de varianza para número de involucros por panícula detectó diferencias altamente significativas entre tratamientos y diferencias significativas entre bloques (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza para número de involucros por panícula de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0.05	0.01
TRAT	29	149332.73	5149.40	4.48**	1.85	2.42
BLOQUES	1	8472.81	8472.81	7.37*	4.18	7.60
E. EXP	29	33326.18	1149.17			
TOTAL	59	191131.73				

C.V.=15%

**=Altamente significativa *=Significativa

En la comparación de medias se observa que se formaron nueve grupos de medias donde el primer grupo estuvo formado por el H-4 y Nueces con 362 y

310 involucros por panícula respectivamente (Cuadro 5). Nueces a su vez fue estadísticamente igual a M-5, H22, H21, H2 y H10 con 292, 266, 264, 262 y 245 involucros por panícula.

El último grupo estuvo integrado por 12 genotipos en los que quedaron incluidas las variedades Biloela y Común con 167 y 159 involucros por panícula respectivamente.

El número de involucros por panícula varió de 134 hasta 362 para los híbridos 16 y 4 respectivamente, con un promedio del número de involucros de 216.93. El híbrido 4 tuvo 169% más involucros que H16. Morales (2013) en la primer lectura, también reportó al H4, como el material con mayor número de involucros por panícula (288) y al M-5 en segundo lugar con 256 involucros. González *et al.* (1998) en un estudio de seis híbridos de zacate buffel en esta misma localidad encontraron un rango de 216 a 280 involucros por panícula con un promedio de 257 involucros.

Nueces tuvo una alta producción de involucros (310) ocupando el segundo lugar, fue estadísticamente diferente a los testigos restantes que obtuvieron un número de involucros de 220, 167, 159 para AN17PS, Biloela y Común respectivamente. Aun cuando AN17PS fue estadísticamente igual a Común, las inflorescencias de AN17PS obtuvieron un promedio de 61.2 involucros más que las de Común.

Cuadro 5. Comparación de medias de número de involucros por panícula y peso de involucros por panícula de 30 materiales de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.

Híbrido y/o Variedad	Involucros por panícula (No.)	Híbrido y/o Variedad	Peso involucros por panícula (mg)
4	362 a	Nueces	594.4 a
Nueces	310 a b	Común	400.5 b
M-5	292 b c	1	392.9 b c
22	266 b c d	15	376.6 b c d
21	264 b c d	21	346.4 b c d e
2	262 b c d	AN17PS	344.8 b c d e
10	245 b c d e	4	344.3 b c d e
20	236 c d e f	10	322.1 b c d e
11	234 c d e f	Biloela	305.9 b c d e
15	231 c d e f	5	303.6 b c d e
8	231 c d e f	M-5	301.7 b c d e
17	229 c d e f	14	285.0 b c d e
12	228 c d e f g	20	282.7 b c d e
AN17PS	220 d e f g	2	281.2 b c d e
19	208 d e f g h	13	276.6 b c d e
9	208 d e f g h	M-3	265.6 b c d e
M-7	205 d e f g h	7	263.2 b c d e
M-3	205 d e f g h	8	258.1 b c d e
14	200 d e f g h i	17	257.8 b c d e
1	199 d e f g h i	22	256.5 b c d e
13	197 d e f g h i	M-7	256.0 b c d e
M-2	189 e f g h i	12	249.0 b c d e
5	181 e f g h i	9	247.7 b c d e
18	178 e f g h i	11	233.2 c d e
Biloela	167 f g h i	19	230.8 d e
6	160 g h i	M-2	225.2 d e
Común	159 g h i	18	216.5 e
7	147 h i	3	215.4 e
3	147 h i	6	195.8 e
16	134 i	16	194.4 e

Valores con literales distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo a DMS ($\alpha < 0.05$).

Peso de Involucros por Panícula

El análisis de varianza para esta variable detectó diferencias significativas entre tratamientos, pero no detectó diferencias significativas entre bloques (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza para peso de involucros por planta de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0.05	0.01
TRAT	29	366076.58	12623.33	2.06*	1.85	2.42
BLOQUES	1	13512.00	13512.00	2.21 ^{NS}	4.18	7.60
E.EXP	29	177341.56	6115.22			
TOTAL	59	556930.14				
					C.V.=26%	

NS=No significativa *=Significativa

En el Cuadro 5 se presenta la comparación de medias para peso de involucros por panícula. Nueces obtuvo el valor más alto (594.4mg) y fue estadísticamente diferente al resto de los genotipos. El valor más bajo lo obtuvo el H16 con 194.4 mg, Nueces tuvo un 305.6 por ciento más producción (por peso) de involucros por panícula que H16.

González *et al.* (1998), reportaron un rango en el peso de involucros por panícula de 241 a 375 y un valor para AN17PS de 359 mg el cual es similar al obtenido en esta investigación.

Lara (1998) en un estudio con ocho genotipos de zacate buffel en esta misma localidad reportó un rango en el peso de involucros por panícula de 236 hasta 620 mg y un valor para buffel Común de 370mg.

Los testigos comerciales Común, AN17PS y Biloelatuvieron integrados en el segundo grupo con valores de 400.5, 344.8 y 305.9 mg respectivamente. El promedio de los cuatro testigos fue de 411.4 mg un 51% más que el resto de los híbridos que obtuvieron un valor promedio de 272.2 mg. M-5, M-3, M-7 y M-2 obtuvieron valores de 301.7, 265.6, 256.0 y 225.2 mg y fueron iguales estadísticamente.

Densidad de Panícula

El ANVA no detectó diferencias significativas entre repeticiones para la variable densidad de panícula mientras tanto para los tratamientos detectó diferencias altamente significativas (Cuadro 7). La comparación de medias se presenta en el Cuadro 8.

Cuadro 7. Análisis de varianza para densidad de panícula de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0.05	0.01
TRAT	29	1371.29	47.28	4.06**	1.85	2.42
BLOQUES	1	43.77	43.77	3.76 ^{NS}	4.18	7.60
E. EXP	29	337.44	11.63			
TOTAL	59	1752.51				

C.V.=15%

NS=No significativa **=Altamente significativa

Cuadro 8. Comparación de medias de densidad de panícula y altura de planta de 30 materiales de zacate buffel. Zaragoza Coah. 2011.

Híbrido y/o Variedad	Densidad de panícula (N°/cm)		Híbrido y/o Variedad	Altura de planta (m)
M-5	37.32	a	2	1.31
4	36.53	a	22	1.27
21	25.90	b	Nueces	1.24
12	25.36	b c	11	1.17
2	25.17	b c	19	1.16
10	24.62	b c	5	1.16
Nueces	24.37	b c	1	1.15
20	23.54	b c	4	1.15
17	23.08	b c d	8	1.12
13	22.88	b c d	AN17PS	1.11
9	22.84	b c d	21	1.09
11	22.71	b c d	Común	1.08
19	22.6	b c d	7	1.06
14	22.04	b c d	12	1.05
1	21.85	b c d	9	1.03
15	21.64	b c d	6	1.03
8	20.78	b c d e	13	1.03
M-3	20.73	b c d e	14	1.01
3	20.48	b c d e	Biloela	1.01
18	20.28	b c d e	M-2	0.98
M-7	19.95	b c d e	3	0.98
AN17PS	19.86	b c d e	16	0.92
22	19.65	b c d e	M-3	0.92
6	19.26	b c d e	17	0.91
5	19.18	b c d e	10	0.90
M-2	18.66	c d e	18	0.89
Biloela	18.45	c d e	15	0.89
16	16.48	d e	20	0.88
7	16.36	d e	M-7	0.87
Común	14.12	e	M-5	0.84

Valores con literales distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo a DMS ($\alpha < 0.05$).

Se formaron cinco grupos de medias donde el primer grupo estuvo formado por el M-5 y H-4 estos fueron estadísticamente iguales entre si y diferentes al resto de los demás genotipos.

El M-5 fue el que obtuvo la mayor densidad de panícula con una media de 37.32 inv/cm, Común ocupó el lugar más bajo con 14.12, M-5 tuvo un 162% mayor densidad que Común. El valor promedio para esta variable fue de 22.22 inv/cm. En las variedades comerciales se obtuvo una densidad de 24.37, 19.86, 18.45, 14.12 inv/cm para Nueces, AN17PS, Biloela, Común respectivamente. La baja densidad de Común concuerda con lo observado en campo, inflorescencias con involucros muy separados, que repercute en un menor número de involucros por panícula.

Altura de Planta

El análisis de varianza para la variable altura de planta no detectó diferencias significativas entre tratamientos, ni entre bloques (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza para altura de plantas de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0.05	0.01
TRAT	29	0.92	0.03	1.46 ^{NS}	1.85	2.42
BLOQUES	1	0.02	0.02	1.00 ^{NS}	4.18	7.60
E. EXP	29	0.62	0.02			
TOTAL	59	1.57				

C.V.=14%

NS=No significativa

En el Cuadro 8 se observa el rango en la altura, que fue 0.84 m para el M-5 hasta 1.31 cm para el híbrido 2, con una diferencia de 47 cm entre el valor más bajo y más alto. Las variedades comerciales Nueces, AN17PS, Común y Biloela tuvieron una altura de 1.24, 1.11, 1.08 y 1.01m respectivamente, la altura promedio de los testigos fue de 1.11 m, solo un 7% más alto que el valor promedio (1.03 cm) de los híbridos restantes.

Rendimiento de Materia Seca

En esta variable el ANVA detectó diferencias altamente significativas tanto entre genotipos como entre bloques (Cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de varianza para materia seca de 30 genotipos de zacate buffel. Zaragoza, Coah. 2011.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0.05	0.01
TRAT	29	22.39	0.77	3.39**	1.85	2.42
BLOQUES	1	2.90	2.90	12.76**	4.18	7.60
E. EXP	29	6.60	0.22			
TOTAL	59	31.89				
					C.V.=18%	

*=Significativa

En el Cuadro 11 se presentan las comparaciones de medias; se formaron nueve grupos de medias donde el primer grupo estuvo formado por el H-21, Nueces y M-7 con 13.590, 10.930 y 10.620 t/ha respectivamente.

A excepción de Nueces las variedades comerciales fueron estadísticamente iguales entre sí, obtuvieron una producción de materia seca de 10.930, 8.430, 7.180, 5.930 t/ha para Nueces, Común, AN17PS y Biloela respectivamente.

El rendimiento promedio de materia seca para los genotipos evaluados fue de 8.03 tn/ha, el rango fue de 5.07 hasta 13.59 tn/ha para el M-5 y H21 respectivamente. El rendimiento de H21 fue 2.68 veces más grande que el del híbrido más bajo (M-5), lo que representa un rendimiento 168% más alto.

Briones (1991) en un estudio de siete materiales de lugares altos y tres variedades comerciales en Ocampo, Coah, reportó un rendimiento de 9,100 kg/ha para Común lo cual concuerda con esta investigación; pero existen reportes en esa misma localidad, con rendimientos de materia seca de 2,803 kg/ha para Común (Gómez, 1994). Este bajo rendimiento se atribuyó al daño causado por el tizón de la hoja producido por *Pyricularia grisea* que seca completamente el follaje. Esta enfermedad fue detectada en ese año por primera vez y en ese experimento, los híbridos se mantuvieron verdes, mientras que las plantas de Común estaban completamente infestadas.

Cuadro 11. Comparación de medias de materia seca de 30 materiales de zacate buffel. Zaragoza Coah. 2011.

Híbrido y/o Variedad	Materia seca (t/ha)	
21	13.59	a
Nueces	10.93	a b
M-7	10.62	a b c
9	10.31	b c
22	10.23	b c d
M-2	9.68	b c d e
14	9.14	b c d e f
1	9.06	b c d e f
10	8.82	b c d e f g
18	8.75	b c d e f g
6	8.75	b c d e f g
Común	8.43	b c d e f g h
20	8.35	b c d e f g h
2	8.20	b c d e f g h
11	8.12	b c d e f g h i
4	8.04	b c d e f g h i
19	7.96	b c d e f g h i
13	7.81	c d e f g h i
AN17PS	7.18	d e f g h i
5	7.18	d e f g h i
15	6.87	e f g h i
16	6.87	e f g h i
8	6.64	e f g h i
3	6.09	f g h i
Biloela	5.93	g h i
M-3	5.78	g h i
7	5.62	h i
12	5.62	h i
17	5.46	h i
M-5	5.07	i

Valores con literales distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo a DMS ($\alpha < 0.05$).

CONCLUSIONES

En el grupo elite II de híbridos apomícticos de zacate buffel del Programa de Mejoramiento de Zacate Buffel de la UAAAN existe suficiente variabilidad morfológica para cumplir con el requisito de distinción con respecto al testigo Común en la mayoría de los materiales ya que solamente dos genotipos experimentales no tuvieron diferencias significativas con Común en ninguna de las variables medidas.

El genotipo más distinto de la variedad Común es el híbrido M5 ya que resultó morfológicamente distinguible en cinco de las siete variables estudiadas.

La variable altura de planta no resultó de utilidad para el propósito de distinción ya que ninguno de los genotipos experimentales o comerciales fueron diferentes a la variedad estándar.

Todas las variables relacionadas con las panículas fueron útiles para distinguir genotipos experimentales y variedades comerciales de la variedad testigo principal.

Entre los genotipos integrantes del grupo elite II es posible realizar mayor selección para las variables investigadas, por ejemplo los híbridos 21 y M7 pueden ser seleccionados para producción de materia seca.

LITERATURA CITADA

- Ahloowalia B. S. and M. Maluszynski. 2001. Induced mutations- A new paradigm in plant breeding. *Euphytica* 118: 167-173.
- Alvarado R., H. 1994. Evaluación de híbridos apomícticos de zacate buffel *Cenchrus ciliaris* L. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 64 p.
- Anderson, E.R. 1970. Effect of flooding on tropical grasses. In: Proc. 11th Int. Grassland Congress. Surfers Paradise. pp. 591-594.
- Andrés A. 2005. Manual de Pasturas. Bayer Cropsciences, 5-10. En: El mejoramiento genético de las especies forrajeras. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/41-mejoramiento_genetico_forrajeras.pdf
- Asker, S.E. and L. Jerling. 1992. Apomixis in plants. CRC Press, Boca Raton.
- Atak, C., S. Alikamanoğlu, L. Acik and Y. Canbolat. 2004. Induced of plastid mutations in soybean plant (*Glycine max* L. Merrill) with gamma radiation and determination with RAPD. *Mutation Research* 556: 35-44.
- Ayerza, R.H. 1981. El buffelgrass: Utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 139 p.
- Bashaw, E.C. 1962. Apomixis and sexuality in Buffelgrass. *Crop Sci.* 2: 412-415.
- Bashaw, E.C. 1980. 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.

- Bashaw, E.C. and C.R. Funk. 1987. Apomictic grasses. In:W.R. Fehr (ed.) Principles of cultivar development, Vol 2: Crop Species. Macmillan Publishing Co. New York. pp. 40-82.
- Bashaw, E.C. and W.W. Hanna. 1990. Apomictic reproduction. In: G.P. Chapman (ed.) Reproductive versatility in the grasses. Cambridge University Press. pp. 100-130.
- 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.
- Bicknell, R.A., N.K. Borst and A.M. Koltunow.2000. Monogenic inheritance of apomixis in two *Hieracium* species with distinct developmental mechanisms. Heredity 84: 228–237.
- Bray, R.A. 1978. Evidence of facultative apomixis in *Cenchrusciliaris*.Euphytica: 801-804.
- Briones R., M.A. 1991. Características de producción de semilla de 10 materiales de zacate buffel *Cenchrusciliaris*L. Tesis de Licenciatura. UAAAN.Buenavista, Saltillo, Coah. México.57 p.
- Brunner, H. 1995.Radiation induced mutations for plant selection. Applied Radiation and Isotopes 46: (6/7): 589-594.
- Burson, B. L. and B. A. Young, 2001.Breeding and improvement of tropical grasses. In: Tropical forage plants: development and use. Sotomayor – Ríos, A., W.D. Pitman (eds). CRC Press New York.
- Carbajal C., J. A. 2006. Evaluación de híbridos apomícticos de zacate buffel en la región desértica de Ocampo, Coah. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 78 p
- Carroll, C. and A. Tucker. 2000. Effects of pasture development in Queensland coal mine rehabilitation. Tropical Grasslands 34:254-262.
- Cook, B.G., B. Pengelly, S. D. Brown, J. L. Donnelly, D. A. Eagles, M.A. Franco, J. Hanson, B. F. Mullen, I.J. Patridge, M. Peters and R. Schultze-Kraft. 2005. Tropical forages: an interactive selection tool. (CD-ROM) CSIRO, D P I & F, CIAT and I L RI. Brisbane, Australia.

- Cox, J.R. 1991. El zacate buffel: Historia y establecimiento. Un acercamiento integral 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 SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps, 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. *Journal of Range Manage.* 41(1):127-139.
- Donaldson, C.H. 1992. Buffelgrass (*Cenchrusciliariscv.* Molopo). Farming in South Africa. Pretoria, Republic of South Africa. pp. 1-7.
- Donini P. and A. Sonnino. 1998. Induced mutation in plant breeding: current status and future outlook. In: Somaclonal Variation and Induced Mutation in Crop Improvement. S. Mohan Jain, D. S. Brar and B. S. Ahloowalia Editors. Kluwer Academic Publishers. pp. 255-291.
- Fisher, W.D., E.C. Bashaw and E.C. Holt, 1954. Evidence for apomixis in *Pennisetumciliare* and *Cenchrusetigerus*. *Agron. J.* 46: 401-404.
- Flemons, K.F. and R.D. Whalley. 1958. Buffelgrass *Cenchrusciliaris*. *Agricultural Gazette New South Wales* 69:449-460.
- García D., G. L. Ramírez R, R. Foroughbakhch, R. Morales R, G. García D. 2003. Valor nutricional y digestión ruminal de cinco líneas apomícticas y un híbrido de zacate buffel (*Cenchrusciliaris*L.). *Téc. Pec. Méx.* 41:209-218.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4^o Edición. México, D. F. 217p.
- Gómez M., S. 1994. Autofecundación e hibridación en un clon sexual del zacate apomíctico *Cenchrusciliaris*L. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 110 p.
- Gómez M., S. 2009. Desarrollo de híbridos simples de reproducción sexual y determinación de su compatibilidad en cruza con variedades apomícticas de zacate buffel *Pennisetumciliare* L. Tesis de Doctorado. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 125 p.

- González D., J. R. 1982. Perspectivas y plan para el mejoramiento genético de las gramíneas forrajeras de la zona árida y semiárida de México. Folleto de Divulgación. Vol. 1 No. 2. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México.
- González D., J.R. y A. Gaytán M. 1992. Fertilización, rendimiento, pureza y calidad de semilla de dos variedades de zacate banderilla. Rev. Fitotec. Mex. 15:159-168.
- González D., J.R., S. Gómez M. y L. Pérez P. 1998. Componentes del rendimiento de semilla en híbridos apomícticos de *Cenchrusciliaris* resistentes a *Pyricularia grisea*. Memorias XVII Congreso de Fitogenética. SOMEFI. Acapulco, Guerrero. p. 60.
- González D., J.R. y S. Gómez M. 2004. Zacate Buffel AN17PS. Folleto de Divulgación. Expo Narro 2004. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Gutiérrez V., A. A. 2011. Establecimiento de 90 cruzas triples de zacate buffel (*Pennisetumciliare*L.) y digestibilidad *in vitro* de nueve variedades utilizadas como progenitores masculinos en las cruzas triples. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Hanna, W.W. 1999. Use of apomixis in cultivar development. Advances in Agronomy. 54:333-350.
- Hanna W.W. and E.C. Bashaw. 1987. Apomixis: its identification and use in plant breeding. Crop Sci. 27: 1136-1139.
- Hanselka, C. W. 1988. Buffelgrass: South Texas wonder grass. Rangelands 10(6):279-281.
- Hanselka, C. W., M. A. Hussey and F. Ibarra, F. 2004. Buffelgrass. In: Warm-season (C4) grasses. Number 45 Agronomy Series. Amer. Soc. Agr., Crop. Sci. Soc. Of Am., Soil Sci. Soc. Am. Madison, Wisconsin, USA. 417-502.
- Hanson, A. A. 1972. Grass varieties in the United States. Agricultural Research Service. USDA. Agriculture Handbook N° 170. pp. 39-40.

- Holt, E.C. 1985. Buffelgrass. A brief history. 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. 1-5.
- Humphreys, L.R. 1986. Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) in Australia. *Trop. Grasslands* 1:123-134.
- Hussey, M.A. 1985. Buffelgrass breeding and evaluation for South Texas. 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. 9-12.
- Ibarra F., F. 1990. Importancia de los sistemas de pastoreo. Memorias de los Festejos Conmemorativos del 21 Aniversario del CIPES. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora. INIFAP-SARH, GOB. EDO. SON., UGRS. Hermosillo, Son.
- Ibarra F., F., J. R. Cox y M. Martín, 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 SOMMAP. Cd. Victoria, Tamps, México. pp. 14-28
- Ibarra F., J. Cox., M. Martín, T. Crawl and C. Cali. 1995. Predicting buffelgrass survival across a geographical and environmental gradient. *J. Range Manage.* 48: 53-59.
- Ibarra F., F., S. M. Medina., M. Martín, R., F. Denogean, B., y E. Gerlach. 2005. La siembra del zacate buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos ganaderos en la sierra de Sonora. *Téc. Pec. Méx.* 43(2):173-183.

- Ibarra F., Martín, R.M., Cajal, M.C., Lizárraga del C.G., Gastelum, E., Sau N.M., and M. Velázquez. 1987. The importance of buffelgrass to the use of native rangelands/recommendations for its establishment and management derived from regional research. 4th International Symposium on Livestock.(In Spanish).Hermosillo, Sonora, México. pp. 96-122.
- Jiménez G., C. A., L. H. Maciel P., A. De Alba A. y F. González C. 2005. Siembra de zacate buffel. Folleto para productores No 37. Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes, INIFAP. 11 p.
- Koltunow, A.M. 1993. Apomixis: embryo sacs and embryos formed without meiosis or fertilization in ovules. *Plant Cell* 5: 1425–1437.
- 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.
- Lara R., M. J. 1998. Rendimiento y calidad de semilla de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) con diferentes pizcas bajo condiciones de riego. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 151 p.
- Loredo O., C., L. López R. y D. Espinosa V. 2004. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas: Una revisión. *Terra Latinoamer.* 22:225-239.
- Loredo O., C., S. Beltrán L., J. Villanueva D. y J. Urrutia M. 2005. Establecimiento de pasto buffel para el control de la erosión. Folleto Técnico No 26. Campo Experimental San Luis Potosí, INIFAP. 32 p.
- Martín R., M. 1991. Manejo integral de praderas de zacate Buffel y su importancia en los agostaderos. *Fomento Ganadero*. Secretaría de Fomento Ganadero del Gobierno del Estado de Sonora. 32:23-25.
- Martín R., M., J. Cox R. y F. Ibarra, F. 1995. Climatic effects on buffelgrass productivity in the Sonoran Desert. *Journal of Range Management* 48:60–63.

- Martínez R., J. M. 1999. Mejoramiento genético de gramíneas forrajeras. En:Memorias de los Simposios de la XXXV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Mérida, Yucatán, México. pp. 53-59.
- McMeniman, S. and G. Lubulwa. 1997. Project Development Assessment: An economic evaluation of the potential benefits of integrating apomixis into hybrid rice. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. pp.1-24.
- Miles, J. 2007. Apomixis for cultivar development in tropical forage grasses. *CropSci.* 47 (S3): S238-S249.
- Morales T., L. 2013. Caracterización de genotipos apomícticos de zacate buffel (*Pennisetumciliare*L.) derivados por cruzamiento de hembra sexual por macho apomíctico. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 92 p.
- Nogler, G.A. 1984. Gametophyticapomixis. In: B.M. Johri (ed.) Embryology of angiosperms. Ed. Springer- Verlag, Berlin Heidelberg. pp. 475-518.
- Ozias-Akins P. 2006. Apomixis: Developmental characteristics and genetics. *Critical Reviews in Plant Sci.* 25:199-214.
- Paull, C.J. and G.R. Lee. 1978. Buffel grass in Queensland. *Queensland Agric. Journal* 104: 57-75 Australia.
- Playne, M.J. 1970. Differences in the nutritional value of three cuts of buffelgrass for sheep and cattle. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 8:511-512.
- Poehlman, J.M. y D. Allen S. 2005. Mejoramiento genético de cultivos forrajeros de polinización cruzada. En: Mejoramiento genético de las cosechas. 2da. Edición. Ed. Limusa. 403-432 p.
- Romero F., J. 1981. Zacate buffel para producción de carne bajo temporal. SARH-INIA-CIAPAN. Culiacán, Sinaloa. 28p.
- SAGARPA. 2002. Lineamientos y mecanismos de operación del subprograma de apoyos a la conversión del cultivo de sorgo por pasto buffel en la región norte de Tamaulipas. *Diario Oficial.* Jueves 1 de agosto, 2002. México. 12 p.

- SARH. 1978. Diseño, implementación y explotación en áreas de apacentamiento (como, cuando y cuanto pastorear), México, D.F.
- Savidan, Y. 2001. Transfer of apomixis through wide crosses. In: Flowering of Apomixis: From mechanisms to genetic engineering, Y. Savidan, J.G. Carman, and T. Dresselhaus, eds. Mexico: CIMMYT, IRD, European Commission DG VI. pp. 153–167.
- 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.
- Singh, G. and T. Rathod. 2002. Plant growth biomass production and soil water dynamics in a shifting dune of Indian desert. *For. Ecol. Manage.* 171:309-320.
- Snyder, L. A., A. R. Hernandez and H. E. Warmke. 1955. The mechanism of apomixis in *Pennisetum ciliare*. *Bot. Gaz.* 116: 209-221.
- Spangenberg G. 2004. Mejoramiento de plantas forrajeras en la era genómica. En: *Biotecnología y Mejoramiento Vegetal*. VIII. Capítulo 2. Editorial INTA.
- Spillane, C., A. Steimer and U. Grossniklaus. 2001. Apomixis in agriculture: the quest for clonal seeds. *Sex Plant Reprod.* 14:179-187.
- Taliaferro, C. M. and E. C. Bashaw. 1966. Inheritance and control of obligate apomixis in breeding buffelgrass *Pennisetum ciliare*. *Bot. Gaz.* 116: 209-221.
- Torres M., J.J. 2005. Segregación del modo de reproducción en cruces de zacate buffel tetraploide sexual x hexaploide apomítico. Tesis de Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 89p.
- White, L. D. 1985. Nutritional value of common Buffelgrass. 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. 13-24.

Williamson, J. and B. Pinkerton.1985. Buffelgrass establishment. 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. 25-29.

Woodward, W. T. W. 1980. Performance of buffelgrass cultivars for South Texas.Texas Agricultural Experiment Station.