

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



**Caracterización Morfológica de Retrocruzas BC1 e Híbridos Puente
de Zacate Buffel (*Pennisetum ciliare*)**

Por:

VICTOR JAVIER LÓPEZ ZAFRA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Caracterización Morfológica de Retrocruzas BC1 e Híbridos Puente de
Zacate Buffel (*Pennisetum ciliare*)**

TESIS

Por

VICTOR JAVIER LÓPEZ ZAFRA

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
como Requisito parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por:

Ph. D. Juan Manuel Martínez Reyna

Presidente del Jurado Examinador

Ph.D. Jorge Raúl González Domínguez

Sinodal

Dr. Álvaro Rodríguez Rivera

Sinodal

Ing. Arnoldo Oyervides García

Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2004

AGRADECIMIENTOS

Agradezco...

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT) del estado de Coahuila por el apoyo económico brindado a través de su programa “Becas Tesis de Licenciatura” lo que me motivó inconmensurablemente para la elaboración de este trabajo de investigación.

Al Ph. D. Juan Manual Martínez Reyna, porque fue parte imprescindible para el desarrollo de este trabajo, por su paciencia al enseñar, por su apoyo y amistad... gracias.

A mis sinodales y profesores Ph. D. Jorge Raúl González Domínguez, Dr. Álvaro Rodríguez Rivera y M.C. Susana Gómez Martínez, Por su colaboración en la realización de este trabajo, por su apoyo, por todo... se los agradezco.

A mi “Alma Mater” porque lo único que me a enseñado hasta ahora (después de tanta sabiduría que tengo) es quedarme quieto, pensar y actuar...

A mi padre y a madre; al aire, al agua, al fuego, a la tierra, y a la muerte que no me ha visto... al Diablo que a veces se hace mi sombra y a Dios, viejo sabio o niño explorador que no se toma en serio, amigo y preferido por mi familia... Gracias por contribuir a ser lo que han llamado hombre (cosa cierta que apenas se deja morir, vivir apenas y olvidado cada instante, que anda por la tierra y descubre la luz, que lo ve todo y piensa, y habla, y calla).

DEDICATORIA

A DIOS

Que siempre esta de buen humor. Por el cual, es el preferido de mis abuelos, el escogido de mis padres y hermanos, el más cercano de mi novia, del perrito (frasta) y la pulga (la que lleva a cuestras), el borboteo de luz, el manantial que soy. Se la dedico a Dios, porque a mi me encanta Dios. Que Dios bendiga a Dios.

A MIS ABUELOS Y PADRES

*Abuelos: Reynalda García Sumano, María García García y
Javier Zafra González.*

Padres: Guadalupe Zafra García y Rafael López García

Que siempre han estado conmigo en pensamiento y corazón. Por aquellas directrices de vida enseñadas y, que no son recetas de cocina; por enderezar en edad temprana a este árbol –yo, ahora -; porque gracias a ustedes eh alcanzado una de mis metas, aunque me queda un largo camino por recorrer.

A MI FAMILIA, NOVIA Y AMIGOS:

Hermanos: Rafael, Elihud, Giselle y Arturo.

Primos: Elizabeth, René, David, Arturo, Janeth, Isabel.

Tío: Javier y Eugenia

Novia: Miss X

Amigos: Benjamín, Oscar O., Omar Rivera, Gerardo, César, Odilón,

Fam. Ponce Ibarra y los que faltan.

Con inmenso amor, agradecimiento y cariño, así como por el estímulo y amistad que me han brindado... Gracias.

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen y Distribución del Zacate Buffel	3
Introducción del Zacate Buffel en América	3
Características que hacen al Zacate Buffel una Poacea Promisoria	4
Adaptación Edafo-climática	4
Valor Nutritivo	6
Coeficiente de Agostadero	6
Plagas y Enfermedades	6
Descripción Morfológica	8
Características Citológicas y Forma de Reproducción	8
Número Cromosómico	8
Tipo de Reproducción	8
Variedades	9
Mejoramiento Genético de Especies Forrajeras	10
Selección de Ecotipos	11
Selección Recurrente	11
Hibridación	11
Mejoramiento Molecular	12
Mejoramiento Genético del Zacate Buffel	12
Utilización de un clon sexual	12
Hibridación Interespecífica	14
Fertilización de Huevos no Reducidos	14
Híbridos Puente	15

Utilidad de la Caracterización Morfológica	15
<i>Poaceae</i>	15
<i>Fabaceae</i>	16
MATERIALES Y MÉTODOS	18
Descripción del Sitio Eperimental	18
Material Genético Utilizado	18
Progenitores Macho (Recurrentes)	18
Zaragoza115	18
Común	19
Progenitores Hembra (Híbrido Sexual)	19
Retrocruzas	19
Híbridos Puente	19
Metodología	19
Establecimiento en Invernadero	19
Establecimiento en Campo	20
Toma de Datos	20
Evaluación en Campo	20
Cuantitativas	20
Cualitativas	21
Evaluación en Invernadero	22
Cuantitativas	22
Cualitativas	23
Selección del Material	23
Análisis Estadístico	23
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
Evaluación en Campo	24
Características Cuantitativas	24
Características Cualitativas	27
Evaluación en Invernadero	30
Características Cuantitativas	30
Características Cualitativas	33

Características Especiales	34
Material Seleccionado	35
Retrocruzas con Progenitor Recurrente Z115	35
Retrocruzas con Progenitor Recurrente Común	38
Híbridos puente	41
CONCLUSIONES	43
LITERATURA CITADA	44

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS	
Cuadro 4.1. Media aritmética, desviación estándar y rango de características cuantitativas evaluadas en campo.....	25
Cuadro 4.2. Media aritmética y moda de las características cualitativas evaluadas en campo.	29
Cuadro 4.3. Media aritmética, desviación estándar y rango de características cuantitativas evaluadas en invernadero.	31
Cuadro 4.4. Porcentaje de plantas con síntomas de tizón en invernadero.....	33
Cuadro 4.5 Material seleccionado del grupo B para las diferentes variables evaluadas.....	37
Cuadro 4.6 Material seleccionado del grupo C y D para las diferentes variables evaluadas.....	40
Cuadro 4.7 Material seleccionado del grupo A para las diferentes variables evaluadas.....	42
Figura 2.1. Método para desarrollar nuevas variedades apomícticas de zacate Buffel (Taliaferro y Bashaw, 1966).	13
Fig. 4.1 Anormalidades morfológicas: a) hoja bandera con vaina anormal; b) panícula ramificada; c) panícula con espiguilla vestigial y d) panícula bifurcada.	34

RESUMEN

La presente investigación comprendió dos fases: la primera se realizó en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro durante el invierno del 2003 y primavera del 2004 y la segunda se realizó en campo, en el área externa de los invernaderos mencionados anteriormente, durante el verano y el otoño del 2004.

Los objetivos fueron: caracterizar morfológicamente las retrocruzas BC₁, sus progenitores recurrentes, un primer grupo de híbridos puente. Así como seleccionar las mejores retrocruzas BC₁ que sean similares a los progenitores recurrentes y seleccionar los mejores híbridos puente de primera generación.

Las variables evaluadas durante estas dos fases fueron: altura de la planta; largo de hoja bandera; ancho de hoja bandera; largo de panícula; peso seco del forraje; peso en verde del forraje; largo de panícula; número de hijuelos; número de panículas por planta; porcentaje de plantas sin síntomas de tizón; color de la planta; color de estigmas; color de panícula en estado maduro; color de panícula en estado dehiscente; presencia de rizomas; hábito de crecimiento de la planta; pubescencia de la planta; vigor; fecha de floración y densidad de panícula.

Para el análisis de datos se utilizaron estadísticos descriptivos tales como: media aritmética, moda, rango y desviación estándar. Para aquellas características cualitativas solo se usó la moda y media aritmética para el caso de aquellas variables en donde se usaron escalas y para las variables cuantitativas se usaron la media aritmética, la desviación estándar y el rango.

La selección de las retrocruzas BC1 se hizo sumando la media aritmética más una vez la desviación estándar para las diferentes variables evaluadas, así como por sus características cualitativas atractivas y/o similares a sus progenitores recurrentes.

En forma general las BC1 tuvieron un comportamiento similar al de sus progenitores recurrentes. La mayoría de las BC1 seleccionadas tuvieron un comportamiento ligeramente superior con respecto a las medias de la mayoría de las variables evaluadas de los progenitores recurrentes. Sin embargo, algunas mostraron características no típicas de sus progenitores recurrentes pero que son atractivas para la producción forrajera y/o de semillas.

El grupo de híbridos puente de primera generación mostró que existe una gran posibilidad de flujo genético entre las variedades apomícticas con el fin de conjuntar en un individuo características tales como: una buena producción de semilla, altamente productora de biomasa y resistente al tizón causado por el hongo *Pyricularia grisea*, que es una amenaza latente para la producción forrajera de la zona norte del país.

Se seleccionaron siete materiales de BC1 (B2, B16, B17, C38, C16, D4 y D5) y a cuatro sobresalientes híbridos puente (A5, A3, A1 y A10) para las diferentes variables evaluadas con la finalidad de darles más atención en los ciclos posteriores y eficientizar el trabajo dentro del programa.

INTRODUCCIÓN

El zacate Buffel, *Pennisetum ciliare* L. es una especie forrajera introducida caracterizada por su gran adaptación a las condiciones ambientales de la región norte del país; por su facilidad de establecimiento, por su buen potencial de rendimiento de forraje y semilla así como por su buena aceptación por el ganado. Dichas características han determinado que actualmente en el país haya una superficie sembrada de 2 000 000 ha. (Ibarra *et al.*, 1991), con una producción de 22 688 759 ton. de forraje verde, aproximadamente. De la cual el 90 % esta representado por Tamp., N.L., Son., Coah., Sin. y Yuc. Coahuila es uno de los estados con mayores rendimientos (peso en verde) por hectárea, 28 ton/Ha bajo riego y 11 ton/Ha bajo temporal (SIAP, 2003).

La principal variedad utilizada es Común, tanto en México como en Texas, EUA, esto se debe a las pocas variedades liberadas de esta especie ya que las nuevas no han podido competir con dicha variedad, por lo que se espera que la superficie sembrada con la variedad mencionada siga en aumento. Esto sin duda genera un peligro latente para la ganadería de la zona norte del país, ya que la uniformidad genética favorece el desarrollo de epifitias (Rodríguez, *et al.*, 1999).

Esta especie apomíctica (aposporia con pseudogamia) es originaria del África ecuatorial, India e Indonesia. Su mejoramiento genético mediante hibridación fue posible con el descubrimiento de una planta sexual (TAM-CRD B-1s) en un lote de Buffel azul en el estado de Texas, lo que cambió el esquema de mejoramiento tradicional de la especie mediante selección de ecotipos y permitió así el flujo de genes entre la población sexual y las variedades apomícticas.

Sin embargo, mediante dicha metodología no se permite el flujo genético entre variedades apomícticas que posean características complementarias, como es el caso de la variedad Común, caracterizada por buena producción de semilla, poca producción de biomasa y susceptibilidad al tizón causado por *Pyricularia grisea*, y la variedad Zaragoza 115 (Z115) caracterizada por poca producción de semilla, alta producción de biomasa y resistencia al tizón.

Para obtener una variedad con estas características complementarias se requiere de la formación de híbridos puente que permitan el flujo genético entre variedades apomícticas. Para ello se a utilizado la selección de híbridos sexuales del cruzamiento del clon sexual con las variedades apomícticas Común y Z-115 y al menos 4 ciclos de retrocruzas hacia estas variedades. Se selecciona siempre el material sexual. Actualmente en el Programa de Pastos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro cuenta con el ciclo uno de retrocruzas (BC_1).

La caracterización morfológica de las retrocruzas BC_1 es importante porque mediante esto es posible seleccionar aquellas plantas que presenten características similares a los progenitores recurrentes, por lo que una vez determinado su modo de reproducción sexual se puede continuar con el ciclo dos de retrocruzas y avanzar en la obtención de híbridos puente.

Sobre la base de lo anteriormente expuesto se planteó el presente trabajo con los siguientes objetivos:

- Caracterizar morfológicamente las retrocruzas BC_1 y sus progenitores recurrentes, así como un primer grupo de híbridos puente.
- Seleccionar las mejores retrocruzas BC_1 que sean similares a los progenitores recurrentes.
- Seleccionar los mejores híbridos puente de primera generación.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Distribución del Zacate Buffel

El zacate Buffel es nativo del norte de África, África tropical, África del Sur, India e Indonesia se originó probablemente en África tropical (Whyte *et al.*, 1959). Bashaw (1985) lo considera originario de Sudáfrica, de donde se dispersó hacia el norte a través de las regiones áridas de África y dentro de los pastizales áridos del oeste de la India.

Se distribuye en forma natural entre los 30° de latitud Norte y 30° de latitud Sur. Sin embargo, en Australia tiene buen desarrollo a 34° latitud sur (Flemons y Whalley, 1958).

Introducción del Zacate Buffel en América

Ayerza (1981) menciona que en 1917 se realizaron las primeras introducciones de zacate Buffel a Estados Unidos, se sembró en 1918 en Temple, Chillicothe en 1928 y Tyler en 1832. Sin embargo, estas pruebas fracasaron ya que se realizaron muy al norte y sobre suelos arcillosos y pesados (Hanselka, 1988). Actualmente se conoce que estas condiciones no son las adecuadas para el desarrollo del zacate Buffel (Holt, 1985).

Cox (1991) después de muchas pruebas observó que las plantas de zacate Buffel provenientes de semilla colectada en regiones Centro-Norte de Kenia o Sureste de Afganistán, eran más fáciles de establecer, persistían más y se dispersaban más rápido por semilla que otros zacates nativos e introducidos. Por lo que este

material se introdujo a los Estados Unidos en 1946 en San Antonio Texas por Dave Foster y debido al éxito obtenido, el Servicio de Conservación de Suelos liberó informalmente en 1949 el material identificado como T-4464, conocido también como Común americano (Holt, 1985).

El zacate Buffel fue introducido en el Noreste de México en 1954 por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, esparciéndose luego por casi todos los países americanos. Actualmente, se le haya distribuido en todas aquellas regiones tropicales y subtropicales con una larga estación seca (Ayerza, 1981).

Características que hacen al Zacate Buffel una Poacea Promisoria

Adaptación Edafo-climática

Bashaw (1985) dice que el excelente comportamiento tanto en el Sur de Texas como en el Norte de México se debe a que las condiciones de clima y suelo de los países nativos son similares a las de estas regiones.

Ibarra *et al.* (1991) mencionan que el clima y el suelo son factores que determinan el establecimiento y persistencia del zacate; por lo que, tomando en cuenta estos factores las probabilidades de fracaso en una siembra son reducidas.

Cox *et al.* (1988) indican que los suelos de textura migajón arcilloso son los más aptos para el establecimiento del zacate Buffel y dentro de esta textura los ligeramente alcalinos son los más adecuados que los ligeramente ácidos.

Ibarra *et al.* (1991) reportan que el zacate se establece y persiste en *pH* de 5.1 a 8.4 y en suelos hasta con 1 400 ppm. de sales solubles totales. Ayerza (1981) menciona que esta Poacea forrajera es exigente en fósforo y nitrógeno para obtener una buena producción de forraje.

Robles *et al.* (1990) consideran que es poco tolerante al frío y en época de invierno crece poco con relación a otros pastos tropicales y observaron que su crecimiento se acelera cuando la temperatura oscila entre los 15 y 30 °C. La falta de tolerancia a las heladas es el factor limitante de la especie, ya que cuando se siembra en regiones con inviernos severos la sobrevivencia es errática y la producción de forraje es muy limitada (Hanselka y Johnson, 1991).

Ayerza (1981) menciona que es una planta muy susceptible a las variaciones en intensidad lumínica (fotoperiodo) y temperatura, por lo cual en otoño e invierno reduce su crecimiento, el cual se acelera en primavera-verano. La formación de las partes florales depende del fotoperiodo.

Bashaw (1985) reporta que los tipos rizomatosos tienen la habilidad de tolerar más el frío y sobreviven en áreas más elevadas ya que los rizomas proveen a la planta de un mecanismo de protección que resulta en mayores probabilidades de sobrevivencia al invierno. Sin embargo, en el establecimiento “La Magdalena”, Villa Dolores, Argentina, plantas pertenecientes a la variedad Texas 4464 soportaron -14 °C sin ocurrir muertes.

Aunque la mayoría de los autores limitan su utilización hasta los 1,400 a 1,500 msnm. se le reporta prosperando en la región de Chitral-Gol, Pakistán, en alturas de 1,500 a 4,900 msnm. (Khan citado por Ayerza, 1981).

Ayerza (1981) menciona que el zacate Buffel puede soportar hasta un año sin precipitaciones; en general se recomienda para zonas de 225 a 900 mm anuales. Así también, en Australia el zacate Buffel puede crecer en un amplio rango de condiciones de lluvia desde 300 – 375 a 1 500 mm en las costas oeste y este, respectivamente (Flemons y Whalley, 1958).

Valor Nutritivo

Se recomienda que el zacate Buffel se aproveche para pastoreo antes de que la planta madure, pues de otra manera la calidad disminuirá debido a que la cantidad de proteínas baja considerablemente (hasta 2 por ciento), aunque se reporta que algunas líneas australianas contienen un 23 % de proteína (Flemons y Whalley, 1958).

Según Piñeiro citado por Ayerza (1981) el análisis proximal del zacate Buffel para la zona de Nuevo León, México es:

Proteína	8.6 %
Grasa	1.8 %
Ceniza	6.4 %
Fibra	26.1 %

Coefficiente de Agostadero:

El zacate Buffel reduce el coeficiente de agostadero de los ranchos del sur de Texas de 30 acres /UA (unidad animal) a 10 acres/UA (Hanselka, 1988). Jaramillo *et al.* (1991) consultores técnicos de la COTECOCA, mencionan que la capacidad de agostadero en la zona norte del país fluctúa entre los 14 a 80 ha./U.A/año. Sin embargo, Hanselka y Jonson (1991) mencionan que según estudios realizados por la COTECOCA el coeficiente de agostadero en praderas de Buffel es de 3 ha/UA. Aumentando así la capacidad de carga animal, complementándose con los agostaderos nativos.

Plagas y Enfermedades

Martín e Ibarra (1991) reportan que la mosquita pinta o el salivazo de los pastos (*Eneolamia albofasciata* Lall.) es la plaga más dañina y la responsable de graves pérdidas en la producción de pastizales en México. Su distribución comprende toda la vertiente del golfo de México, así como toda la costa del pacífico.

Ayerza (1981) menciona que se presenta en forma muy aguda en los estados de Coahuila, Tamaulipas, N. L., Oaxaca y Chiapas.

Los daños se observan en toda la planta, la parte aérea es atacada por los adultos, dándole un aspecto quemado a la planta y poco vigorosa. En las partes bajas es atacado por las ninfas, mostrando así la planta una coloración amarillenta (las ninfas están cubiertas con una secreción espumosa para no estar expuestas al ambiente). Existen variedades y/o híbridos tolerantes a esta plaga, tal como el H-7 (Ayerza, 1981; Martín e Ibarra, 1991).

Hanselka (1988) mencionó que el zacate Buffel era una forrajera libre de enfermedades. Sin embargo, González (2002) reporta haber observado en Ocampo Coah., la presencia de una enfermedad atacando principalmente el follaje de la variedad Buffel Común. La enfermedad continuó apareciendo en los años siguientes, en campos experimentales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Matehuala, S.L.P. y en Cuencamé, Dgo. Hanselka (1988) reporta la presencia de la enfermedad en toda el área de Texas emplazada con las variedades Común y Nueces, con daños en grado variable desde no detectable hasta pérdidas de un 80 a 90% del follaje de la planta.

Rodríguez *et al.* (1999) identificaron la enfermedad como un tizón causado por el hongo *Pyricularia grisea*, con la siguiente sintomatología: inicialmente manchas oscuras decoloradas sobre las hojas hasta desarrollar lesiones de color bronce de redondas a elípticas, necróticas con margen rojo oscuro y halo amarillo necrótico. Hamblin (1998) menciona que el hongo requiere de temperaturas altas (25 °C a 30 °C) y temperaturas nocturnas de 21 °C para su óptimo desarrollo, así como una alta humedad relativa. También menciona que los excesos en nitrógeno tienden a incrementar la severidad y dispersión de la enfermedad; así como también la sequía o cualquier otro tipo de estrés puede predisponer a la planta a un daño severo.

Rodríguez (1998) reporta pérdidas de un 50 % en la producción de semilla y 60 % en la pureza en los años de 1995 y 1996.

Ocuppaugh y Rodríguez (1998) mencionan que las variedades Común, Biloela y Molopo y el híbrido Nueces, son altamente susceptibles al tizón. Así como también reportan la existencia de variedades comerciales e híbridos experimentales resistentes al tizón, tales como H-17, Zaragoza 115, W. Australian, Gayndah, PSBGH 2, entre otras.

Descripción Morfológica

Es un zacate de raíz profunda, erecto y amacollado. Los brotes se originan de la corona, la cual está debajo de la superficie del suelo y algunos cultivares tienen rizomas cortos. Los tallos son ramificados, erectos, lisos y glabros y por lo regular geniculados hacia la base, las hojas son verdes o azulosas de hasta 30 cm. de largo y 8 mm. de ancho (Whiteman *et al.*, 1974)

Gould y Shaw (1992) dicen que la inflorescencia es típicamente una panícula densa, con barbas, fuertemente contraída, las espiguillas solitarias o en grupos de dos a varias en involucros de numerosas barbas. Las espiguillas caen juntas con el involucro. El cariósido es elíptico a ovoide, dorsalmente plano.

Características Citológicas y Forma de Reproducción

Numero Cromosómico

Gould y Shaw (1992) mencionan que el número cromosómico básico es $x = 9$. En un estudio de 13 materiales de zacate Buffel, reportan que nueve materiales fueron tetraploides $2n=36$ y los cuatro restantes pentaploides $2n=45$. (Hignight *et al.*, 1991). Gómez (1994) Reporta números cromosómicos de

pentaploides para la línea 414513 y tetraploides para las variedades Z-115 y Común. Fisher *et al.* (1954) reporta dos materiales aneuploides con números cromosómicos de 32 y 40 cromosomas respectivamente.

Tipo de Reproducción

Fisher *et al.* (1954) sugirieron que el tipo de reproducción era apomixis basados en la similitud de rasgos morfológicos entre el progenitor femenino y su progenie, el carácter protogíneo que descarta la autofecundación, la ocurrencia de biotipos aneuploides y el desarrollo del embrión proveniente de gametofitos nucelares como evidencia principal.

Bashaw (1962) reporta el descubrimiento una planta de reproducción sexual (TAM-CRD B1s) cuya progenie segregaba tipos sexuales y apomícticos obligados. Sin embargo, pruebas de progenie y estudios citológicos realizados, en la línea 1835, se observó que los sacos embrionarios sencillos tipo polígono se presentan en la misma inflorescencia con pistilos apósporos y en ocasiones ambos se desarrollan en el mismo pistilo. Parte de la progenie fuera de tipo presenta el mismo número de cromosomas ($2N=36$) que el progenitor apomíctico materno, por lo cual la apomixis en *P. ciliare* es facultativa (Sherwood *et al.*, 1980).

Bashaw y Hanna (1990) mencionan que el mecanismo de la apomixis para el zacate Buffel es aposporia seguido por pseudogamia. Existe evidencia de que la pseudogamia puede ser estimulada por polen de una especie completamente diferente.

Variedades

Se ha reportado que el zacate Buffel cuenta con un gran número de variedades o líneas adaptadas a diferentes condiciones ambientales, pudiéndoselas clasificar de acuerdo con el desarrollo de sus rizomas y su porte en:

Altas: poseen rizomas y pueden llegar a alcanzar una altura de 1.5 m. bajo condiciones favorables, algunas variedades representativas son: Biloela, Molopo, Boorara, Lawes, Nunbank, Tarewinnabar, Chipinga, HA-333, Zeerust, Zaragoza 115, Nueces y Llano. Medianas: plantas más postradas que las anteriores, alcanzando una altura cercana a un metro. Pueden no poseer rizomas; generalmente las variedades medianas desarrolladas en Australia no los presentan. Algunas cultivares son: Gayndah, Común, Higgins, Blue buffel, Mbalambala y B1-s. Bajas: tienen una altura que raramente supera los 70 cm y no poseen rizomas. Algunas variedades son: West australian, Manzimnyama y Sebungwe (Ayerza, 1981; Whiteman, 1974).

Mejoramiento Genético de Especies Forrajeras

Poehlman (1983) presenta una relación de dificultades sobre el mejoramiento de las especies forrajeras, entre las que destacan las siguientes: algunas de las especies forrajeras son alógamas, lo cual dificulta la propagación y mantenimiento de líneas; otras especies son autoestériles, lo cual limita la autofecundación; un gran número de especies presentan el fenómeno de apomixis; poca producción de semilla y/o su semilla es de bajo porcentaje de viabilidad, y la evaluación inicial de plantas individuales pueden desvirtuar la evaluación con relación al comportamiento de dichas plantas en praderas.

Hernández y Ramos (1968) mencionan que el mejoramiento de las plantas forrajeras en México depende de la precisión con que podamos contestar el ¿por qué?, ¿cuándo? y ¿cómo? del mejoramiento de la especie forrajera en cuestión. El cuándo y el por qué depende del justo análisis de nuestras condiciones ecológicas, sociales y económicas que determinen el incremento de la producción forrajera.

El cómo, esta supeditado por aquellas técnicas más aptas para lograr mejoras genéticas substanciales. González (1982) dice que el método de mejoramiento utilizado en una especie está determinado por el modo de reproducción.

Selección de Ecotipos

Es el método más utilizado para el mejoramiento de las plantas forrajeras, sobre todo en las etapas iniciales y consiste en la recolección de semilla o material vegetativo de ecotipos de una región determinada o de la introducción de ecotipos de zonas similares y su posterior evaluación. La semilla de los materiales más sobresalientes se incrementa y constituyen la nueva variedad. Esto permite un desarrollo rápido de nuevas variedades utilizando la variabilidad genética que en forma natural se ha generado a lo largo del proceso evolutivo (Martínez, 1999).

Selección Recurrente

Es un sistema que permite incrementar las medias poblacionales al incrementar las frecuencias de genes deseables mediante la selección y recombinación generación tras generación. El objetivo es la liberación de variedades sintéticas y su éxito depende de la frecuencia de los genes deseables en la población original, de los procedimientos de selección utilizados, de la eficiencia en la recombinación y del número de ciclos de selección (González, 1982).

Hibridación

Martínez (1999) comenta que la dificultad para producir semilla híbrida comercial ha sido un obstáculo para capitalizar los efectos heteróticos en la mayoría de las especies. Con la excepción de algunos híbridos capaces de propagarse vegetativamente como el zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*) y especies apomícticas con fuentes de sexualidad como el zacate Buffel (*Pennisetum ciliare*) son pocos los híbridos comerciales disponibles en el mercado.

Mejoramiento Molecular

Esta técnica permite la generación de plantas de algunas especies de zacates a partir de cultivos celulares, lo que a su vez ha permitido la generación de una mayor variabilidad ya sea mediante la aplicación a nivel celular de agentes mutagénicos o mediante la transformación genética; facilita la transferencia de genes específicos en lugar de bloques de genes como sucede con la mayoría de los métodos tradicionales. (Martínez, 1999).

Mejoramiento Genético del Zacate Buffel

Utilización de un Clon Sexual

Hatch y Hussey (1991) dicen que el descubrimiento de un mutante sexual de Buffel, adyacente en un campo de producción de semilla en el sur de Texas, proveyó la primera oportunidad de iniciar un programa de mejoramiento de zacate Buffel. Lo cual hizo posible la manipulación del germoplasma, el cual no estaba disponible al mejorador de plantas a causa de la apomixis, ahora puede servir (la apomixis) como una herramienta útil para fijar el genotipo y mantenimiento de los caracteres deseables, incluyendo la heterosis. (Taliaferro y Bashaw, 1966).

Voigt *et al.*, (1977) mencionan que la eficiencia entre los programas de mejoramiento apomítico depende de los siguientes factores:

- La facilidad con la cual los nuevos genotipos pueden ser creados a través de cruza o autofecundaciones.
- La frecuencia de estos genotipos en la población creada.
- La cantidad de genotipos sexuales en los híbridos apomíticos.

Taliaferro y Bashaw (1966) proponen un modelo para desarrollar variedades de zacate Buffel a través de autofecundación e hibridación utilizando el clon sexual (Figura 2.1).

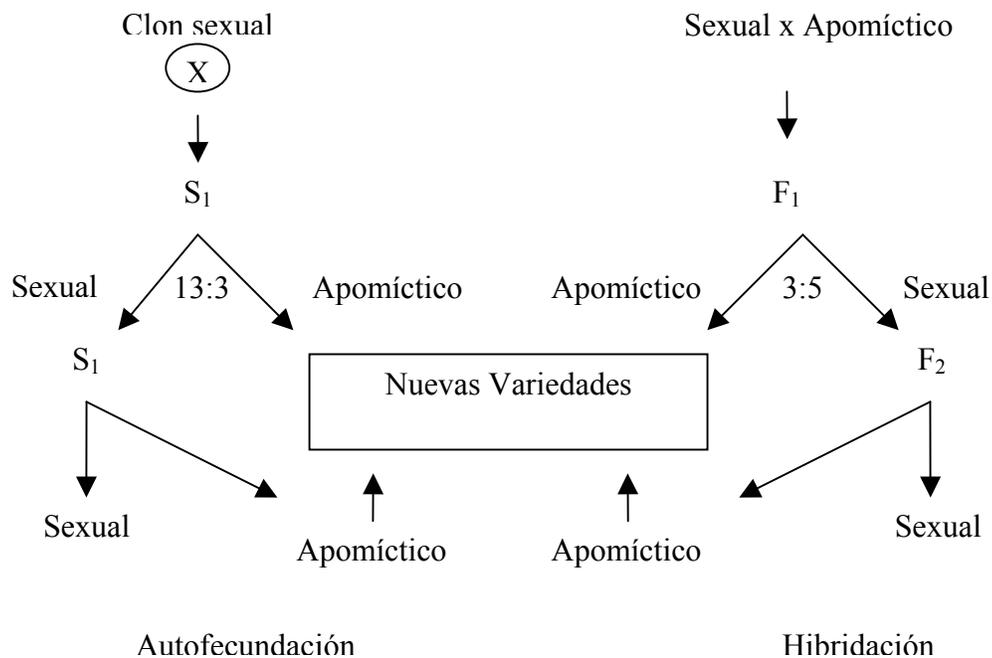


Figura 2.1. Método para desarrollar nuevas variedades apomícticas de zacate Buffel (Taliaferro y Bashaw, 1966)

La autofecundación es una técnica que consiste en autofecundar la planta de reproducción sexual, evaluar las plantas S_1 o S_2 y seleccionar las superiores que sean de reproducción apomíctica; ya que la planta sexual es heterocigota para el modo de reproducción, bajo esta técnica se espera obtener una proporción de sexuales a apomícticos de 13:3 (Taliaferro y Bashaw, 1966). Sin embargo, este método no es muy recomendable ya que si bien la planta sexual por ser heterocigota segrega una gran cantidad de genotipos, los individuos en su mayoría son deformes, poco vigorosos y de menor rendimiento, probablemente por depresión endogámica (Gómez, 1994).

La hibridación no solamente proporciona nuevas combinaciones de genes, sino que además incrementa la progenie apomíctica comparada con poblaciones autofecundadas. Consiste en la hibridación de la planta sexual con tipos apomícticos; de esta técnica se espera obtener una proporción de sexuales a apomícticos de 5:3. Los híbridos superiores de reproducción apomíctica pueden ser liberados como nuevas variedades, mientras que los híbridos sexuales pueden ser usados como fuente de germoplasma para usarse en cruza con materiales apomícticos (Taliaferro y Bashaw, 1966).

Hibridación Interespecífica:

Hatch y Hussey (1991) mencionan que la hibridación interespecífica es otro método que se ha usado para transferir características (genes) deseables entre especies sexuales y apomícticas dentro de complejos agámicos. Por ejemplo, se han obtenido híbridos entre *Pennisetum glaucum* y varias especies apomícticas de *Pennisetum* (*P. orientale*, *P. purpureum*, *P. squamulatum*, etc.), Sin embargo los intentos para cruzar Buffel sexual con especies emparentadas han resultado en progenie estéril.

Fertilización de Huevos no Reducidos:

Bashaw y Hignight, (1990) condujeron un estudio para determinar el potencial para transferencia de genes en zacate Buffel a través de la hibridación $2N+N$, utilizaron como progenitor hembra un material pentaploide apomíctico con un genomio extraño ($2N=5X=45$) cruzado con *C. setigerus*, un apomíctico tetraploide ($2N=4X=36$). De una progenie de 950, un 1.3 % resultó de la fertilización de un huevo no reducido (híbridos BIII) y tuvieron $2N=7X=63$ cromosomas. Estos híbridos se originaron de la unión de gametos $2N+N$ ya que esto se confirmó por la presencia del genomio extraño del progenitor femenino y las características morfológicas del progenitor macho; todos los híbridos fueron apomícticos obligados y la mayoría fueron relativamente altos en amarre de semilla comparados con los progenitores.

Bashaw y Hanna (1990) reportan que la frecuencia de la fertilización de un huevo no reducido puede incrementarse a través de la emasculación del progenitor apomítico femenino y el uso de polen abundante del progenitor masculino. Lograr 1.3 % de híbridos BIII (como ocurrió en Buffel), donde la hibridación normal es imposible; esto puede ser suficiente para alcanzar el éxito en un programa de mejoramiento (Bashaw y Hignight, 1990).

Híbridos Puente:

López y Martínez (2004) mencionan que los métodos, como lo es la hibridación, tan solo permiten el flujo de genes entre la población sexual y las variedades apomíticas; sin embargo, mediante esta metodología no se permite el flujo genético entre variedades apomíticas que posean características complementarias, como puede ser una variedad con poca producción de semilla, buena producción de biomasa y susceptible a una enfermedad y otra variedad que sea buena productora de semilla, mala productora de biomasa y resistente a una enfermedad. Para obtener una variedad con características complementarias se requiere la formación de híbridos puente, permitiendo así el flujo genético entre dichas variedades.

Utilidad de la Caracterización Morfológica

Poaceae

Poli *et al.* (1994) en Brasil, caracterizaron morfológicamente a cinco cultivares de *Pennisetum purpureum* utilizando las siguientes variables, proporción tallo/hoja en etapas tempranas de la planta y fecha de floración, mostrando así diferencias marcadas entre cultivares para estas características; pero no así para largo de hoja y número de tallos.

Sana *et al.* (1998) en Filipinas hicieron una caracterización morfológica, citológica y bioquímica de híbridos naturales entre dos especies silvestres de arroz (*Oryza minuta* Presl. y *Oryza officinalis* Well x Watt); y los resultados mostraron que la F1 tuvo mayor similitud a *O. minuta* que a *O. officinalis*, en términos morfológicos. Sin embargo las plantas F2 de este grupo parecido a *O. officinalis* fueron más altas con panículas grandes y las espiguillas tenían aristas y anteras más largos que cualquiera de sus progenitores y F1.

La caracterización morfológica de 426 materiales apomícticos de zacate Guinea, *Panicum maximum*, permitió la liberación en 1990 del la variedad Tanzania-1 en Brasil (Jank *et. al.* 1997)

La caracterización morfológica es importante para hacer selección de aquellos materiales que presenten características atractivas (López y Martínez, 2004)

Fabaceae

Freitas *et al.* (1995) en Brasil, caracterizaron morfológicamente a híbridos de *Leucaena leucocephala* y *Leucaena diversifolia*, evaluando variables como largo de hoja, número de pares de pinnas y foliolos, número, arreglo y color de las flores en la inflorescencias, número de vainas por inflorescencia, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas y encontraron que dicha población híbrida mostró características intermedias con respecto a sus progenitores para la mayoría de las características mencionadas, excepto en color y número de flores donde el genoma de *L. leucocephala* predominó.

Machado y Nuñez (1994) caracterizaron morfológicamente a 8 variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje en Cuba, tomando características como: largo y diámetro de ramas terciarias, número y largo de hojas, largo de ramas secundarias, así como rendimiento de forraje. Esta caracterización

morfológica les permitió recomendar dos cultivares de *Leucaena leucocephala*, cv. México y cv. Cunningham, cuyos rendimientos y características morfológicas fueron atractivos para la producción de forraje en Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del Sitio Experimental

La caracterización morfológica de las retrocruzas (BC1) se realizó en dos etapas: la primera se desarrolló durante el invierno 2003 y primavera del 2004 en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a los 25° 22' 41" de latitud Norte y 101° 02' 00" de longitud Oeste, con una altitud de 1743 msnm. El clima es seco, semiárido con invierno fresco, muy extremoso y con lluvias de verano (García, 1973).

La segunda se realizó en campo, en el área externa de los invernaderos mencionados anteriormente, durante el verano y otoño del 2004.

Material Genético Utilizado

Progenitores Macho (Recurrentes).

Dos variedades: Zaragoza 115 (Z115) y la variedad Común.

Zaragoza 115

Variedad liberada por el Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Coahuila del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Tiene una altura promedio de 155 cm., es de color verde cenizo, inflorescencia color crema y buena producción de forraje (Osuna, 1986). Es resistente al tizón causado por *Pyricularia grisea* (Gómez, 1994; López y Martínez, 2004)

Común

Ayerza (1981) la describe como una variedad con plantas de color verde claro, inflorescencias púrpuras, buena productora de semilla. Es tolerante a la sequía y produce bien en suelos livianos, sin embargo, es una variedad con menos rendimiento de forraje que la variedad Z115 y es muy susceptible al tizón (Gómez, 1994; González, 2002; López y Martínez, 2004).

Progenitores Hembra (Híbrido Sexual).

Tres híbridos sexuales que resultaron del cruzamiento del clon sexual, TAM CRD-B1s, con las variedades apomícticas Z115 y Común; el híbrido 36/10 progenitor macho fue la variedad Z115 y los híbridos 14/8 y 3/8 cuyo progenitor macho fue la variedad Común.

Retrocruzas

Tres grupos de retrocruzas BC1:

- Grupo B: 24 BC1 de 36/10 x Z115
- Grupo C: 44 BC1 de 14/8 x Común
- Grupo D: 4 BC1 de 3/8 x Común

Híbridos puente

Un grupo de híbridos puente de primera generación:

- Grupo A: 12 cruzas del híbrido 14/8 (Sexual x Común) por Z-115.

Metodología

Establecimiento en Invernadero

Se colocaron 92 macetas etiquetadas indicando el material respectivo en uno de los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

durante el mes de marzo del año 2004. Cada maceta de las 72 retrocruzas y los 12 híbridos puente fueron materiales únicos, no tuvieron repeticiones, y los progenitores Z-115 y Común tuvieron tres y cinco macetas por material, respectivamente. Se utilizó sustrato comercial “peat most” para las macetas. Se les proporcionó la atención adecuada en lo referente a riegos para un buen desarrollo de las plantas y se aplicó fertilizante foliar “Agrifer-plus” (20-30-10) cada semana a razón de 10 g/l.

Establecimiento en Campo

El 6 de junio del 2004, 97 plantas de las macetas etiquetadas se podaron y se trasladaron a campo. Este incremento se debe a que se integraron al trabajo tres macetas por cada progenitor sexual 3/8, 14/8 y 36/10 respectivamente. Sin embargo, se perdieron cuatro macetas de las retrocruzas debido al ataque del tizón *P. grisea* durante su estancia en el invernadero. Las plantas se fertilizaron y regaron tal como se realizó en el invernadero.

Toma de Datos

Evaluación en Campo

Las 15 variables evaluadas en campo fueron:

Cuantitativas:

- Altura de la planta: se midió desde la base de la planta hasta la hoja bandera del tallo más alto a cada uno de los materiales.

- Largo de hoja bandera: se midieron con una regla al azar cinco hojas bandera por planta y el promedio representó dicha magnitud para cada uno de los materiales.

- Ancho de hoja bandera: esta medida se tomó conjuntamente con el largo de la hoja bandera, siguiendo el mismo procedimiento.
- Largo de panícula: se midieron al azar cinco inflorescencias por planta y se obtuvo la media.
- Peso seco de forraje: se cortaron cada una de las plantas, se embolsaron (bolsas de papel) y se pusieron a secar en un asoleadero durante 15 días, posteriormente con la ayuda de una báscula granataria se determinó el peso seco por planta.

Cualitativas:

- Color de la planta: verde (V), verde azulado (VA) y azul (A).
- Color de estigmas: siempre blancos (B/), siempre morados (M/), siempre morados pero sólo el estilo (+M/) y en fases tempranas blanco y después morado pero solo el estilo (+B,M).
- Color de panícula en estado maduro: morado oscuro (O), moradas (M) y cremas (C).
- Color de panícula en estado dehiscente: pajizo (P), café (C) y café oscuro (O).
- Presencia de rizomas: con rizomas (R) y sin rizomas (S).
- Hábito de crecimiento de la planta: erecto (E), semidecumbente (D1) y decumbente (D2).
- Pubescencia de la planta: en hoja completa (H), sólo en el haz (h), sólo en el envés (e), en vaina (V), pubescencia poco densa (1), pubescencia moderadamente densa (2), Pubescencia muy densa (3) y pilosidad en el primer tercio de la hoja (Pi).

- Vigor: usando una escala del 1 al 5, se determinó el vigor para cada una de las plantas, donde: 1 poco vigorosa - 5 muy vigorosa.
- Fecha de floración: se registró la fecha de floración cuando la planta presentó al menos cinco panículas con la hoja bandera bien extendida.
- Densidad de panícula: usando una escala del 1 al 5, se determinó la densidad para cada una de las plantas, donde: 1 muy densa - 5 muy dispersa.

Evaluación en Invernadero

Las 6 variables evaluadas en invernadero fueron:

Cuantitativas:

- Altura de planta: se midió desde la base de la planta hasta la hoja bandera del tallo más alto en cada uno de los materiales.
- Número de panículas por planta: las inflorescencias fueron contadas por cada maceta.
- Largo de panícula: se midieron al azar cinco inflorescencias por planta y se obtuvo la media para cada uno de los materiales.
- Número de hijuelos por planta: se contaron todos los hijuelos por maceta.
- Peso verde por planta: cada planta se cortó 10 cm. arriba de la base del tallo y se pesó la biomasa.

Cualitativas:

➤ Porcentaje de plantas con síntomas de tizón: se obtuvo en forma indirecta dividiendo el número de plantas con síntomas del tizón entre el número total de plantas del grupo y multiplicándolo por 100.

Selección del Material

La selección de los materiales con respecto a las características cuantitativas se realizó sumando la media más una vez la desviación estándar; por otro lado, para las cualitativas, se seleccionaron aquellas que presentaban las características agronómicas más deseables.

Análisis Estadístico

Se utilizaron estadísticos descriptivos tal como: media aritmética, moda, rango y desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de Campo

Características Cuantitativas

Todas las medias de características de los grupos de BC1 fueron inferiores a las medias de ambos progenitores recurrentes. Al comparar estos grupos se pudo ver que el grupo B, cuyo progenitor recurrente es Z115, tuvo medias mayores a los grupos C y D, esto se debe al progenitor recurrente Z115, que en este estudio tuvo medias más altas que Común, que fue el progenitor recurrente de C y D. Los progenitores sexuales de BC1 fueron parecidos cada uno de ellos a sus progenitores apomícticos, el 14/8 y el 3/8 a Común y 36/10 a Z115. El grupo A correspondiente al híbrido puente tuvo medias más bajas que las medias de los progenitores (14/8 y Z115), excepto para Peso Seco donde la media resultó ser más alta a la del progenitor sexual (Cuadro 4.1).

Los grupos A y C son familias de medios hermanos ya que tienen al progenitor sexual en común (14/8). Comparando estos grupos se observó que en todas las características evaluadas excepto para Ancho de Hoja Bandera, el grupo A tuvo medias más altas a las del grupo C. En dos características de importancia agronómica como Largo de Panícula y Peso Seco las diferencias fueron de 1.23 cm y 27.73 g/planta, respectivamente. Estos resultados se justifican ya que el grupo C se trata de una retrocruza hacia la variedad Común mientras que el grupo A son híbridos puente de primera generación, en el que teóricamente se combina el 25 por ciento del genoma Común con un 50 por ciento de Z115 (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Media aritmética, desviación estándar y rango de características cuantitativas evaluadas en campo.

MATERIAL	ALTURA (cm.)			L H B* (cm)			A H B ⁺ (cm)		
	χ	DesvEst	Rango	χ	DesvEst	Rango	χ	DesvEst	Rango
Retrocruzas									
B (36/10 x Z115)	63.00	10.84	48 - 90	14.15	2.95	10.8 - 21.2	0.59	0.12	0.38 - 0.94
C (14/8 x Co)	53.79	12.18	27 - 78	11.61	2.54	6.5 - 17.7	0.56	0.13	0.32 - 0.82
D (3/8 x Co)	57.75	4.11	53 - 63	12.58	2.73	9.8 - 13.4	0.54	0.03	0.50 - 0.58
Híbridos puente									
A (14/8 x Z115)	58.67	13.30	30 - 72	14.80	2.45	11.0 - 19.2	0.57	0.07	0.46 - 0.7
Progenitores									
Co	60.00	7.58	49 - 70	13.32	3.52	7.5 - 16.6	0.61	0.13	0.42 - 0.78
Z115	71.00	8.00	63 - 79	15.50	2.08	14.2 - 17.9	0.67	0.06	0.62 - 0.74
(3/8)	62.67	3.79	60 - 67	9.77	2.35	9.0 - 12.4	0.42	0.07	0.36 - 0.50
(14/8)	66.33	5.51	60 - 70	15.10	1.49	14.0 - 14.5	0.68	0.05	0.64 - 0.74
(36/10)	71.00	9.85	63 - 82	15.17	1.17	13.9 - 16.2	0.51	0.02	0.50 - 0.54

* Largo de hoja bandera.

+ Ancho de hoja bandera.

Cuadro 4.1 Continuación...

MATERIAL	LARGO PANÍCULA (cm.)			PESO SECO (g.)		
	χ	DesvEst	Rango	χ	DesvEst	Rango
Retrocruzas						
B (36/10 x Z115)	9.32	1.84	5.1 -12.8	92.54	38.58	33.0 - 179.0
C (14/8 x Co)	6.59	1.52	3.2 - 10.4	50.44	32.27	11.5 - 154.5
D (3/8 x Co)	7.37	1.62	5.6 - 9.4	70.63	38.20	22.0 - 115.0
Híbridos puente						
A (14/8 x Z115)	8.27	1.68	5.5 -10.6	78.17	47.62	24.5 - 168.5
Progenitores						
Co	7.24	0.70	6.4 - 8.1	85.50	47.02	21.0 - 136.5
Z115	11.17	0.15	11.0 -11.3	130.50	15.40	116.5 -147.0
(3/8)	6.97	0.89	6.4 -8.0	56.17	6.33	50.5 - 63.0
(14/8)	8.50	0.36	8.2 - 8.9	57.33	4.04	55.0 - 62.0
(36/10)	11.50	0.56	10.9 -12.0	121.33	52.29	77.0 - 179.0

Características Cualitativas:

En el Cuadro 4.2 se presentan los datos referentes a las características cualitativas los cuales muestran una gran variación entre grupos. Al hacer comparaciones entre los grupos se encontró que en el grupo B, cuyo progenitor recurrente es Z115, predominaron plantas con mayor vigor, con rizomas y sólo presentaron pilosidad, mientras que en los grupos C y D, las plantas fueron de menor vigor, sin rizomas y con pubescencia; esto se debe a que Z115 es más vigoroso, rizomatoso y sólo presenta pilosidad en la hoja y la variedad Común es poco vigoroso, carente de rizomas y pubescente el cual es progenitor recurrente de C y D. En cuanto a densidad de panícula, el grupo B tuvo un comportamiento mayor a sus progenitores y los grupos C y D fueron inferiores a la variedad Común pero mayores a sus respectivos progenitores sexuales. Estos grupos mostraron un comportamiento similar para Color de Planta y Color de la Panícula en Maduración, predominando así las características de la variedad Común. Por otro lado, dentro de las retrocruzas del grupo B y C predominó un hábito de crecimiento similar a sus progenitores recurrentes y en el caso del grupo D tuvo un hábito de crecimiento diferente al de su progenitor recurrente.

Los híbridos sexuales, 3/8 y 14/8, mostraron un vigor, pubescencia y color de planta semejante al de su progenitor apomíctico; sin embargo, en el híbrido sexual, 36/10, predominó un vigor pobre y color de planta verde, en lugar de azul pero, igual en pilosidad que su progenitor apomíctico Z115. Con respecto a la Densidad de Panícula, los híbridos sexuales, 3/8 y 14/8, fueron inferiores en comparación con la variedad Común, y el híbrido 36/10 tuvo un comportamiento similar a Z115. El progenitor sexual 3/8 tuvo predominantemente una coloración de panícula en estado maduro igual a Común, mientras que 14/8 tuvo panículas con una tonalidad más oscura que Común. En el híbrido 36/10 no predominó la coloración de Z115. En cuanto a la Presencia de Rizomas y Hábito de Crecimiento, el híbrido sexual 3/8 se comportó de forma similar a su progenitor apomíctico, sin rizomas y semidecumbente, no así el 14/8 que presentó rizomas y hábito de crecimiento

decumbente. Por otro lado el 36/10 fue rizomatoso similar a su progenitor pero, con un hábito de crecimiento semidecumbente, lo que lo hace diferente a Z115 en este último aspecto. Se puede mencionar que el híbrido sexual 3/8 fue más parecido a Común que el híbrido 14/8 y que el 36/10 fue similar a Z115 sólo en algunas características. (Cuadro 4.2)

En forma general el grupo A (híbridos puente) mostró un comportamiento en vigor, pubescencia, color de planta, color de panícula en maduración similar al de la variedad Común y su progenitor sexual (14/8). La presencia de rizomas fue la única característica similar a su progenitor apomítico Z115. Por otro lado, a pesar de que el hábito de crecimiento es decumbente y la densidad de panícula es baja en sus progenitores, el grupo A, mostró en forma general un hábito de crecimiento semidecumbente y una mayor densidad de panícula, siendo esto muy similar al de la variedad Común; esto indica que para estas características existe segregación por parte del progenitor sexual, lo que permitió un flujo genético de características agronómicas deseables entre las dos variedades apomíticas (Cuadro 4.2).

Al comparar los grupos de medios hermanos se observó un comportamiento similar entre ellos; excepto que en el grupo A predominó la presencia de rizomas y una densidad de panícula mayor (Cuadro 4.2).

La Fecha de Floración entre los materiales se presentó en un periodo de una semana aproximadamente; también se observó una gran variabilidad para todos los materiales en Coloración de Panícula es estado Dehiscente y Coloración de Estigmas.

Cuadro 4.2. Media aritmética y moda de las características cualitativas evaluadas en campo.

MATERIAL	VIGOR	DP*	FF*	CP*	CE*	CPM*	CPD*	PR*	HC*	P*
Retrocruzas	χ	X	χ	Moda	Moda	Moda	Moda	Moda	Moda	Moda
B (36/10xZ115)	3.50	3.00	19-07-04	Verde	B/*	Moradas	Pajizo	Rizomas	Decumbente	Pi*
C (14/8 x Co)	2.54	2.56	19-07-04	Verde	B/ y +M/	Moradas	Café	S/Rizomas	Semidecumbente	Vh2Pi*
D (3/8 x Co)	2.75	3.50	16-07-04	Verde	+B,M*	Moradas	Café y Pajizo	S/Rizomas	Decumbente	V2Pi*
Híbridos puente										
A (14/8 x Z115)	2.92	3.25	20-07-04	Verde	M/ *	Moradas	Pajizo	Rizomas	Semidecumbente	VH2*
Progenitores										
Co	3.00	4.00	15-07-04	Verde	M/	Moradas	Café	S/Rizomas	Semidecumbente	V2Pi
Z115	4.00	2.00	18-07-04	Azul	B/	Crema	Pajizo	Rizomas	Decumbente	Pi
(3/8)	3.00	3.00	20-07-04	Verde	+M/ *	Moradas	Pajizo	S/Rizomas	Semidecumbente	V1P*
(14/8)	3.00	1.00	23-07-04	Verde	+M/	M. oscuro	Café	Rizomas	Decumbente	VH3 *
(36/10)	3.00	2.00	22-07-04	Verde	+M/	Moradas	Pajizo	Rizomas	Semidecumbente	Pi

* Densidad de Panícula (D P); Fecha de Floración (FF); Coloración en Planta (CP); Coloración de los Estigmas (CE); Color de Panícula en Maduración (CPM); Color de Panícula Dehiscentes (CPD); Presencia de Rizomas (PR); Hábito de Crecimiento (HC); Pubescencia (P); siempre blancos (B/); en un principio blanco y después a morado sólo en el estilo (+B,M); siempre morados (M/); siempre morados pero sólo el estilo (+M/); pilosidad en hoja (Pi) ; pubescencia moderada en vaina y envés de la hoja con pilosidad (Vh2P); pubescencia moderada en vaina y pilosidad en hoja (V2P); pubescencia moderada en vaina y hoja (VH2); pubescencia poco densa en vaina y pilosidad en hoja (V1P) y pubescencia densa en vaina y hoja (VH3).

Evaluación en Invernadero

Características Cuantitativas

Al igual que en la evaluación en campo todas las medias de características de los grupos de BC1 fueron inferiores a las medias de los progenitores apomícticos recurrentes, excepto el grupo D que tuvo medias más altas en Número de Hijuelos y Número de Panículas que la variedad Común. Al comparar las retrocruzas se pudo ver que el grupo B, cuyo progenitor recurrente es Z115, tuvo medias mayores a los grupos C y D, para las características de Altura, Largo de Panícula y Peso Verde, pero, no así para Número de Panículas y Número de Hijuelos; esto se debe, a que el progenitor recurrente Z115 tiene panículas más grandes, es más alto, mayor productor de biomasa pero, menor productor de semilla que la variedad Común (Ayerza, 1981; Osuna, 1986 y López y Martínez, 2004) que fue el progenitor recurrente de las retrocruzas C y D. En híbridos puente (grupo A) todas las características evaluadas excepto Número de Hijuelos tuvieron valores intermedios con respecto a las medias de Común y Z115 aunque el rango de estas características nos muestra que hubo materiales dentro este grupo que rebasaron las medias de estas variedades apomícticas, existiendo así una complementariedad entre características cuantitativa (Cuadro 4.3).

Al comparar los grupos de medios hermanos (A y C) se observó que en las características evaluadas, excepto para Número de Panículas, el grupo A tuvo medias más altas a las del grupo C.

Cuadro 4.3. Media aritmética, desviación estándar y rango de características cuantitativas evaluadas en invernadero.

MATERIAL	No DE HIJUELOS			No DE PANÍCULAS			LARGO DE PANÍCULA (cm)		
	χ	DesvEst	Rango	χ	DesvEst	Rango	χ	DesvEst	Rango
B (36/10 x Z115)	17.60	7.37	5 - 34	1.70	1.69	0 - 5	7.23	2.84	1.50 - 11.50
C (14/8 x Co)	11.50	9.82	1 - 52	12.25	18.89	0 - 97	5.06	2.07	0.90 - 8.70
D (3/8 x Co)	26.50	13.77	15 - 46	28.75	14.73	16 - 49	4.13	1.08	3.30 - 5.70
Híbridos puente									
A (14/8 x Z115)	15.00	5.78	9 - 25	5.60	5.82	1 - 18	6.04	2.79	3.38 - 10.30
Progenitores									
Co	23.60	8.88	9 - 33	12.60	12.97	0 - 31	5.51	1.66	4.90 - 8.70
Z115	19.70	5.03	15 - 25	1.80	1.53	0 - 3	8.35	0.49	8.00 - 8.70

Cuadro 4.3. Continuación...

MATERIAL	ALTURA (cm)			PESO VERDE (g)		
	χ	DesvEst	Rango	χ	DesvEst	Rango
Retrocruzas						
B (36/10 x Z115)	75.71	10.92	51 - 100	121.88	40.49	50 - 250
C (14/8 x Co)	48.81	14.50	22 - 75	65.61	42.58	5 - 200
D (3/8 x Co)	53.00	7.62	43 - 61	86.25	3.,91	40 - 125
Híbridos puente						
A (14/8 x Z115)	79.96	15.08	45 - 96	114.58	58.72	50 - 200
Progenitores						
Co	59.20	18.35	30 - 80	110.00	51.84	25 - 150
Z115	92.30	19.60	72 - 111	176.67	75.05	100 - 250

Característica Cualitativa

Sólo se consideró el porcentaje de plantas que presentaron síntomas del tizón causado por el hongo *Pyricularia grisea*, en donde los síntomas fueron similares a los reportados por Rodríguez *et al.* (1999), manchas oscuras decoloradas sobre las hojas hasta desarrollar lesiones de color bronce de redondas a elípticas, necróticas con margen rojo oscuro y halo amarillo necrótico.

En el Cuadro 4.4 se muestra la susceptibilidad notable de la variedad Común y sus retrocruzas, C y D, así como la resistencia de la variedad Z115 y su respectiva retrocruza, B. Lo más trascendente de esto es el comportamiento de los híbridos puente (A), afectando sólo un 16.67 por ciento del grupo (2 individuos afectados de un total de 12). Esto último refleja nuevamente que la complementariedad de características agronómicas deseables para formar una nueva variedad, es factible.

Cuadro 4.4. Porcentaje de plantas con síntomas de tizón en invernadero.

MATERIAL	PST*
Retrocruzas	%
B (36/10 x Z115)	0
C (14/8 x Co)	100
D (3/8 x Co)	100
Híbridos puente	
A (14/8 x Z115)	16,7
Progenitores	
Co	100
Z115	0

* Plantas con Síntomas de Tizón.

Características Especiales

Al tomar los datos se observaron algunas anomalías morfológicas en algunas retrocruzas y en Z115, tales como la presencia de una hoja bandera con vaina anormal insertada en la base de la panícula, estas observaciones se presentaron en B1, B7, B8, B17 y Z115 (Fig. 4.1a); panículas ramificadas que presentan un raquis secundario bien desarrollado (C27)(Fig. 4.1b); panícula con involucro cuya arista presenta una espiguilla vestigial (B1, B5, B18, B19 y Z115) (Fig. 4.1c) y panículas bifurcadas (B7 y B1)(Fig. 4.1d).

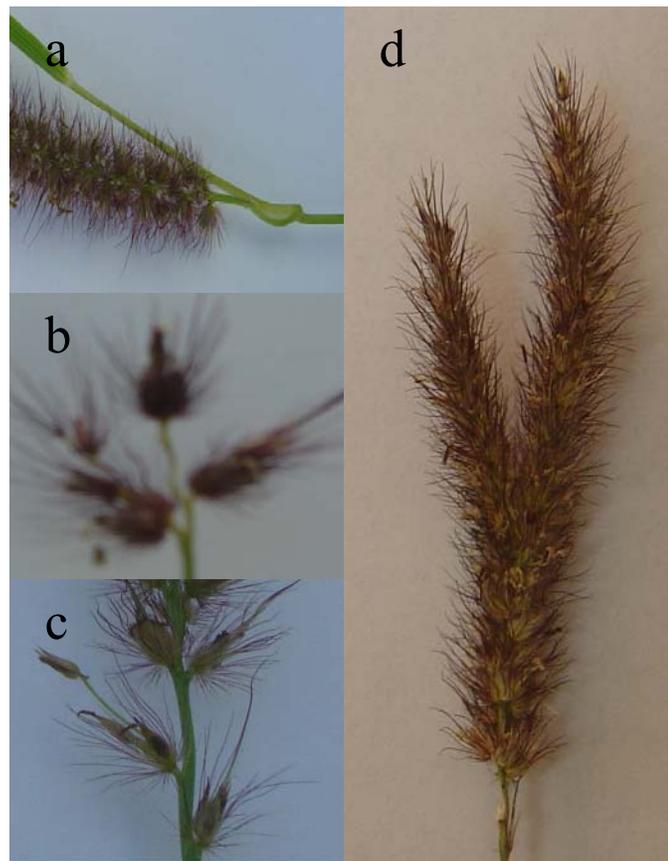


Fig. 4.1 Anormalidades morfológicas: a) hoja bandera con vaina anormal; b) panícula ramificada; c) panícula con espiguilla vestigial y d) panícula bifurcada.

Con base en estas observaciones se puede inferir que la arista principal de los involucros es un raquis secundario vestigial, es decir, que la panícula compacta, típica de esta especie, pudo haber sido una panícula más abierta.

Material Seleccionado

El parámetro de selección de los materiales fue la suma de la media más una vez la desviación estándar, en las características cuantitativas, además de las características cualitativas deseables en una variedad de Buffel.

Retrocruzas con Progenitor Recurrente Z115

En el Cuadro 4.5 muestra a todos los materiales seleccionados, los cuales fueron superiores a las medias de todas las características cuantitativas del progenitor recurrente, Z115, mostradas en los Cuadros 4.1 y 4.3. Mostrando este grupo un comportamiento similar a Z115 ante el tizón, la mayoría presentó rizomas, con hábito de crecimiento decumbente y sólo pilosidades en las hojas, tal como su progenitor Z115.

Sin embargo, como se hizo mención en el Cuadro 4.2, en éste grupo sobresalieron más plantas con una coloración de follaje verde y coloración de panícula morada, con una mayor densidad de panícula que son características no distintivas de Z115 pero que son deseables para el productor.

Los materiales B2, B16 y B17 fueron los más sobresalientes dentro de este grupo, ninguno de ellos mostró síntomas del tizón. El B2, fue muy vigoroso, con un alto número de hijuelos, excelente altura, con un alto peso seco, rizomatoso, con una densidad de panícula media pero mayor a Z115, una longitud de panícula muy cercana al parámetro de selección (11 cm), follaje verde y panícula morada; lo que refleja a una planta más atractiva y mayor productora de forraje y semilla que Z115. El B16 tuvo baja densidad de panícula y una longitud de panícula arriba del

parámetro de selección, lo que la hace semejante a Z115 con poca producción de semilla; por otro lado, tiene un peso seco muy alto, buena altura, medianamente vigorosa, es rizomatosa, de color verde, lo cual la postula como una buena productora de forraje; sin embargo, su panícula es de color crema que resulta poco atractiva para los productores. La retrocruza, B17, fue muy vigorosa, con una altura de 71 cm, rizomatosa, con un peso seco medio, follaje verde azulado, con panículas moradas, que la hacen medianamente productora de biomasa. Sin embargo, el número, longitud y densidad de panícula más altos que en Z115

Esta selección no sólo se limitó a separar a los materiales similares a Z115, sino también incluyó a todos aquellos que presenten algunas características diferentes que sean atractivas para el productor. Esto es, hasta cierto grado, un mejoramiento de la misma variedad apomíctica.

Cuadro 4.5 Material seleccionado del grupo B para las diferentes variables evaluadas.

NH*	NP*	ALTURA (cm)	LHB*(cm)	AHB* (cm)	LP *(cm)	PESO SECO (g)	PST*
(24.97)	(3.39)	(74.34)	(17.10)	(0.71)	(11.16)	(131.12)	(0)
B1	B12	B1	B8	B1	B14	B2	B1
B2	B17	B2	B17	B7	B16	B16	B2
B9	B19	B7	B20	B17	B17	B24	B3
	B21	B8	B22				B4
		B16					B5
							B6
							B7
							B8
							B9
							B10
							B11
							B12
							B14
							B15
							B16
							B17
							B18
							B19
							B20
							B21
							B22
							B23
							B24

* Número de Hijuelos (NH); Número de Panículas (NP); Largo de Panícula (LP); Largo de Hoja Bandera (LHB); Ancho de Hoja Bandera (AHB) y Plantas sin Síntomas de Tizón (PST).

Retocruzas con Progenitor Recurrente Común

En este caso la selección fue con el fin de encontrar materiales que fueron similares a Común o que posea características que aunque no sean típicas en esta variedad sean deseables.

Los materiales seleccionados para estos dos grupos de retrocruzas, mostraron un comportamiento similar con respecto a las medias mostradas en los cuadros 4.1 y 4.3 correspondientes a las características cuantitativas, así como también mostraron ser susceptibles al ataque del tizón causado por *Pyricularia grisea*. En general, tal como se visualiza en el Cuadro 4.2 estos grupos mostraron ligeramente un comportamiento más bajo en vigor y densidad de panícula que la variedad Común y un comportamiento similar para las variables cualitativas restantes.

En el cuadro 4.6 se muestra una ligera diferencia entre estos grupos, C y D. Los parámetros de selección del grupo D fueron ligeramente más altos que los del grupo C, excepto para las variables de Altura y Ancho de Hoja Bandera. El cuadro 4.2 muestra las medias de estos grupos un comportamiento similar entre ellos para las características cualitativas, excepto para Hábito de Crecimiento, donde D presenta decumbencia y C semidecumbencia.

Sin embargo si nos remitimos a sus progenitores sexuales respectivos, encontramos que el progenitor sexual de D (3/8) presenta medias menores para todas las características cuantitativas evaluadas que el progenitor sexual de C (14/8). Esto se debe según menciona Bashaw (1975) a que la mayoría de los apomícticos son altamente heterocigotos y liberan tremenda variabilidad cuando la barrera apomíctica se rompe.

Los materiales de este grupo seleccionados fueron: C38, C16, D4 y D5. La retrocruza, C38, tuvo para Peso Seco, Altura, Número de Hijuelos y Vigor, un comportamiento muy alto; también presentó rizomas, panículas moradas y una

coloración verde azulada en el follaje. Tuvo una baja densidad de panícula que fue compensada por una gran longitud y número de panículas por planta. El C16 tuvo un comportamiento similar al material anterior, sólo que este tuvo una altura y longitud de panícula cercana al parámetro de selección, 60 y 7.7 cm, respectivamente; una buena densidad y color morado oscuro en panícula y una coloración verde en follaje; lo que lo haría más similar a Común y mejor productor de semilla que C38.

La retrocruza, D5, tuvo una densidad de panícula regular y estuvo muy cerca del parámetro de selección para Longitud de Panícula (7.8 cm), con un alto peso seco, poco vigorosa, con una altura de 58 cm, rizomatosa, follaje verde, panícula morada, con un número de hijuelos y número de panículas mas alto que las medias mostradas por Común. Por otro lado, D4 es más alta, con mayor número de hijuelos y panículas, presenta la misma densidad, coloración de panícula y de follaje que D5, pero es más vigorosa aunque tuvo un menor peso seco (77g/planta) y no presenta rizomas.

Cuadro 4.6 Material seleccionado del grupo C y D para las diferentes variables evaluadas.

NH*		NP*		ALTURA (cm)		LHB* (cm)		AHB* (cm)		LP* (cm)		PESO SECO (g)		PST*	
C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
(21.32)	(40.27)	(31.14)	(43.48)	(65.97)	(61.86)	(14.15)	(15.31)	(0.69)	(0.57)	(8.11)	(8.99)	(82.71)	(108.83)	(0)	(0)
C16	D4	C7	D4	C30	D4	C23	D5	C21	D5	C10	D3	C16	D5		
C38		C16		C32		C32		C30		C23		C33			
C46		C26		C35		C33		C35		C28		C38			
		C38		C37		C37		C37		C37		C41			
				C38		C41		C41		C38					
				C45		C52		C52		C52					

* Número de Hijuelos (NH); Número de Panículas (NP); Largo de Panícula (LP); Largo de Hoja Bandera (LHB); Ancho de Hoja Bandera (AHB) y Plantas sin Síntomas de Tizón (PST).

Híbridos Puente

El cuadro 4.7 muestra claramente los diferentes materiales seleccionados para el grupo A, dentro de los cuales los más sobresalientes fueron A5, A3, A1 y A10. El A5, tuvo una densidad de panícula alta y una Longitud de Panícula considerable, lo cual indica que es un buen productor de semilla, también mostró ser una planta vigorosa con un alto número de hijuelos, una altura de 61 cm, mediana, con un alto peso seco y rizomatosa, lo cual refleja a una planta altamente productora de biomasa; sin embargo, el color de la planta es verde azulado y de panícula crema, lo cual no es muy atractiva para los productores.

El A1 tuvo una densidad de panícula pobre, una longitud de panícula de 8.5, lo cual refleja su mala producción de semilla; por otro lado tiene una altura de 70 cm, es rizomatosa, el color de la planta es verde y color de panículas moradas lo cual refleja a un material atractivo para la producción de forraje y no así para semilla.

El híbrido puente, A3, tuvo una alta densidad y longitud de panícula grande, así como un alto número de panículas por planta, mostrando ser un buen productor de semilla, pero mal productor de forraje debido a que tuvo un peso de materia seca muy bajo (50.5g), bajo número de hijuelos, fue medianamente vigoroso y presentó panículas de color crema y de follaje verde azulado. Por su parte, el A10, tuvo un peso seco de 115 g cercano al del parámetro de selección (125.75 g), mostró ser muy alto, con un mediano número de hijuelos, vigoroso, rizomatoso, follaje verde, panículas moradas, una alta densidad y longitud de panícula, lo cual redundaba en un material muy atractivo para el productor de forraje y semilla.

Todos los materiales mencionados anteriormente, no mostraron síntomas del tizón.

Los materiales seleccionados corroboran que se puede tener flujo genético entre los genomas de variedades apomícticas mediante el uso de híbridos puente.

Cuadro 4.7 Material seleccionado del grupo A para las diferentes variables evaluadas.

NH*	NP*	ALTURA (cm)	LHB*(cm)	AHB*(cm)	LP* (cm)	PESO SECO (g)	PST*
(20.78)	(11.42)	(71.97)	(17.25)	(0.64)	(9.95)	(125.75)	(0)
A1	A3	A10	A1	A5	A3	A3	A1
A5	A12		A3	A6	A5	A5	A2
					A10	A10	A3
							A5
							A6
							A8
							A9
							A10
							A11
							A12

* Número de Hijuelos (NH); Número de Panículas (NP); Largo de Panícula (LP); Largo de Hoja Bandera (LHB); Ancho de Hoja Bandera (AHB) y Plantas sin Síntomas de Tizón (PST).

CONCLUSIONES

1. Las BC1 tuvieron un comportamiento similar al de sus progenitores recurrentes, Común y Z115; sin embargo, las medias de los materiales seleccionados para las diferentes variables evaluadas en su mayoría fueron superiores a las medias mostradas por los progenitores recurrentes.
2. Algunos materiales seleccionados de las BC1 mostraron características no típicas de los progenitores recurrentes pero que son atractivas para la producción forrajera y/o semillera.
3. El primer grupo de híbridos puente reflejó que el flujo genético entre variedades apomícticas es posible ya que mostraron en general un comportamiento intermedio entre las variedades apomícticas, Común y Z115, por lo que es factible que en un futuro se pueda llegar a tener un material apomíctico con características complementarias.
4. Los materiales de las retrocruzas con Z115 seleccionados fueron: B2, B16 y B17; de las retrocruzas con Común: C38, C16, D4 y D5 y de los híbridos puente: A5, A3, A1 y A10.

LITERATURA CITADA

Ayerza, R. H. 1981. El buffel grass: Utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Editorial Hemisferio Sur SA. Buenos Aires, Argentina. 139 p.

Bashaw, E.C. 1962. Apomixis and sexuality in buffelgrass. *Crop Sci.* 2: 412-415.

----- 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.

----- 1985. Buffelgrass origins. In: *Buffelgrass: adaptation, management and forage quality*. The Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with the Texas Agricultural Extension Service; U.S. Department of Agriculture-soil Conservation Service. College Station, Texas. MP-1575. pp. 6-8.

----- and W.W. Hanna. 1990. Apomictic reproduction. In: G. P. Chapman (ed). *Reproductive versatility in the grasses*. Cambridge University Press. pp 100-130.

----- and K. W. Hignight. 1990. Gene transfer in apomictic buffelgrass through fertilization of an unreduced egg. *Crop Sci.* 30: 571 -575.

- Cox, J. R., M. H. Martín-R., F.A. Ibarra-F., J.H. Fourie, N.F.G. Rethman, and D.G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. *Journal of Range Management* 41: 127-139.
- 1991. El zacate buffel: Historia y establecimiento. Un acercamiento internacional para seleccionar sitios de siembra e implicaciones en la agricultura del futuro. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. 20 a 23 de agosto, Cd. Victoria Tamp. pp. 60 – 66.
- Fisher, W. D., E. C. Bashaw and E. C. Holt. 1954. Evidence for apomixis in *Pennisetum ciliare* and *Cenchrus setigerus*. *Agronomy Journal* 46: 401 – 404.
- Flemons, K.F. and R.D. Whalley. 1958. Buffelgrass *Cenchrus ciliaris*. *Agricultural Gazette New South Wales* 69: 449-460.
- Freitas, L. H. C., N. R. Paim y M. T. Shifino-W. 1995. Morphological characterization of *Leucaena leucocephala* and *Leucaena diversifolia* hybrids. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 30: 1, 61-68. (Abstract).
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de koppen (para adaptarlo a condiciones de la República Mexicana). 2da. ed. UNAM México 246 p.
- Gómez, M. S. 1994. Autofecundación e hibridación en un clon sexual del zacate apomítico *Cenchrus ciliaris* L. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México 110 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. Universidad

Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Folleto, Vol. 1 No. 2.

----- 2002. El tizón del zacate buffel: una nueva enfermedad que amenaza a los pastizales de las zonas semiáridas. Boletín divulgativo especial. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 20p.

Gould, W. F. y R. B. Shaw. 1992. Gramíneas, clasificación sistemática. AGT Editor, S. A. México, DF. 381 p.

Hamblin, A. 1998. Gray leat spot disease diagnosis. University of Illinois Turfgrass Program.

Hanselka, C. W. 1988. Buffelgrass South Texas Wonder Grass. Rangeland 10: 279-281.

_____ and D. Johnson. 1991. Establecimiento y manejo de praderas de zacate buffel común en el sur de Texas y en México. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento Integral de Zacate Buffel. Cd. Victoria Tamp. 20-23 agosto pp. 54-59.

Hatch, S. L. y M. A. Hussey 1991. Origen, taxonomía y oportunidades de la mejora genética del zacate buffel y especies afines. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. 20-23 agosto. CD. Victoria Tamps. pp. 3 - 13

Hernández, X. E. y A. S. Ramos. 1968. Mejoramiento de las plantas forrajeras en México. 3er Congreso Nacional de Fitogenética, Sociedad Mexicana de Fitogenética. A.C. CENEINEA. Chapingo, México. Pp 224 – 254.

- Hignight, K. W., E. C. Bashaw and M. A. Hussey. 1991. Cytological and morphological diversity of native apomictic buffelgrass, *Pennisetum ciliare* (L.) Link. Bot. Gaz. 152: 214-218.
- Holt, E.C. 1985. Buffelgrass. A brief history. In: Bufelgrass: Adaptation, management and forage quality. The Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with the Texas Agric. Ext. Serv. ; U.S. Departament of Agricultural Soil Conservation Service. College Station, Texas. MP 1575 pp. 1-6.
- 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. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento integral del zacate buffel. 20-23 agosto. Cd. Victoria Tamps. pp. 14 -28.
- Jank, L., S. Calixto, C. G. Costa-J., H. Savidan-Y y B. E. Curvo-J. 1997. Catalogue of characterization and evaluation of the *Panicum maximum* germplasm: morphological description and agronomical performance. EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Caixa Postal 154, CEP 79002-970, Campo Grande, MS, Brasil. 53 pp.
- Jaramillo, V. V., G. Villegas D. y R. Méndez I. 1991. Valores comparativos de capacidad de carga en México. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento integral del zacate buffel. 20-23 agosto. CD. Victoria Tamps. p. 93.

- López, Z. V. J. y J. M. Martínez-R. Caracterización morfológica de retrocruzas BC1 de zacate buffel. 20º congreso nacional de fitogenética. 19 al 24 de septiembre. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
- Machado, R. y C.A. Nuñez. 1994. Caracterización de variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje. II variabilidad morfológica y rendimiento. Pastos y forrajes. 17: 2, 107-115. (Abstract).
- Martín, R. M. H. y F. Ibarra- F. 1991. Tolerancia del zacate buffel a insectos y enfermedades. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento integral del zacate buffel. 20-23 agosto. CD. Victoria Tamps. pp. 29 – 41.
- Martínez, R. J. M. 1999. Mejoramiento genético de gramíneas forrajeras. Memorias de los Simposios de la Trigésimo quinta Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Yucatán 1999. Mérida, Yucatán, México. pp. 53 – 59.
- Ocuppaugh, W. And O. Rodríguez, 1998. Pasture forage production: integration of improved pasture species into South Texas livestock production systems. Proceedings Management of grazing lands in northern Mexico and South Texas. Workshop. Texas A & M International University. Laredo, Texas. pp. 46-60.
- Osuna, R. O. M. 1986. Buffel Zaragoza-115 para el norte de Coahuila. CAEZAR-CIAN-INIFAP-SARH. Desplegable CAEZAR 1.
- Poehlman, J.M. 1983. Mejoramiento genético de las cosechas. 8º edición. Ed. Limusa, México, D. F. 453p.

- Poli, C.H.E.C., Jacques A., V.A., Castilhos Z., M. de S. y Freitas J., M. de O. 1994. Morphological characterization of five cultivars of elephant grass. *Revista de la Sociedad brasileira de Zootecnia* 23: 2, 205-210. (Abstract).
- Rodríguez B., O. 1998. Producción y acondicionamiento de zacate buffel. Memorias Primer Simposium Internacional de Semillas Forrajeras. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Saltillo, Coahuila, México.
- Rodríguez, O., J. González-Domínguez, J. P. Krauzs, G.N. Odvody, J.P. Wilson, W.W. Hanna, and M. Levy. 1999. First report and epidemics of buffelgrass blight caused by *Pyricularia grisea* in South Texas. *Plant Dis.* 83:398.
- Robles, S. R., O Eichelmann B. y O Alvarado A. 1990. Cultivo del buffel en: Producción de granos y forrajes. Robles S. R., (comp). 5ª Edición, Editorial Limusa. pp. 443-456.
- Sana E., A., E. Hernández-J., H. Borromeo-T y R. Lu-B. 1998. Morphological, cytological and biochemical characterization of the natural hybrid between two wild rice species (*Oryza minuta* Presl. and *Oryza officinalis* Well x Watt). *Philippine Journal of Crop Science* Vol. 23, Supplement no. 1, p. 7.
- Sherwood, R.T., B.A. Young and E.C. Bashaw. 1980. Facultative apomixis in buffelgrass. *Crop Sci.* 20: 375-379.
- SIAP. 2003. (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera) Anuario estadístico agropecuario 1980 al 2003. http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comanuar.html

- Taliaferro, C. M. and E.C. Bashaw. 1966. Inheritance and control of obligate apomixis in breeding buffelgrass, *Pennisetum ciliare*. *Crop Sci.* 6: 473 – 476.
- Voigt, P.W., B. L. Burson and M. L. Engelke. 1977. Breeding apomictic grasses. *Proc. 34 th South. Past. Forage Crop Imp. Conf.* 104 – 112.
- Whiteman, P. C., L. R. Humphreys and U. H. Moteith. 1974. *Cenchrus ciliaris* L. (Buffelgrass). *A Course Manual in Tropical Pasture Science*. Pp. 306-312.
- Whyte, O., T.R.C. Moir and J.P. Cooper. 1959. Grasses in agriculture. *FAO Agricultural Studies*, Roma. No. 42, p 24.