

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de Genotipos Experimentales de Zacate Buffel (*Pennisetum ciliare* L.) para Rendimiento de Biomasa y Captura de CO₂

Por:

LUCÍA TERESA FUENTES GUARDIOLA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de Genotipos Experimentales de Zacate Buffel (*Pennisetum ciliare* L.)
para Rendimiento de Biomasa y Captura de CO₂

Por:

LUCÍA TERESA FUENTES GUARDIOLA

TESIS

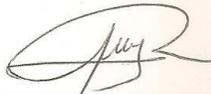
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

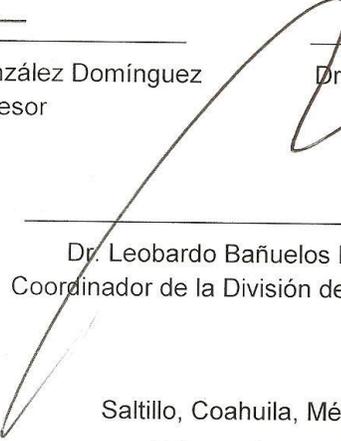
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada


Dra. Susana Gómez Martínez
Asesor Principal


Dr. Jorge Raúl González Domínguez
Coasesor


Dr. Juan Manuel Martínez Reyna
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Febrero de 2014.

DEDICATORIA

A mis padres **Julia Guardiola Solis** y **Óscar Fuentes Palomares**, por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y mis estudios, por creer en mí en todo momento, por enseñarme desde pequeña el valor del estudio y porque sin ellos alcanzar éste logro no hubiera sido posible.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por iluminarme en cada momento y darme fortaleza para seguir adelante, haciendo posible la realización de mis metas.

A mi *Alma Mater* por abrirme sus puertas, brindándome la oportunidad de adquirir conocimiento y ser una mejor persona.

Un agradecimiento muy especial a la **Dra. Susana Gómez Martínez**, por estar siempre presente y guiarme a lo largo de la realización de este trabajo y de mi formación profesional, por transmitirme sus conocimientos, por su motivación y apoyo para lograr mis metas académicas y personales.

Al **Dr. Jorge Raúl González Domínguez** por transmitirme sus conocimientos, por su valioso apoyo y su tiempo dedicado a la realización de éste trabajo de investigación, por ser un excelente maestro y contribuir de forma significativa a mi formación académica.

Al **Dr. Juan Manuel Martínez Reyna**, con admiración, por su dedicación al desarrollo académico de sus alumnos y por motivarnos a seguir adelante tratando siempre de ser excelentes fomentando valores que todo estudiante y profesionista debe tener.

A **José Refugio Méndez Vázquez** y a todas aquellas personas que colaboraron para que este trabajo de investigación saliera adelante, apoyándome en la realización del experimento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Cambio Climático.....	4
Causas del Cambio Climático	5
Efectos del Cambio Climático.....	6
Soluciones al Calentamiento Global.....	9
Secuestro de Bióxido de Carbono (CO ₂)	13
Origen Geográfico y Distribución del Zacate Buffel	18
Importancia Agronómica del Zacate Buffel	21
Reproducción del Zacate Buffel	22
Número Cromosómico.....	22
Comportamiento Reproductivo	23
Apomixis	24
MATERIALES Y MÉTODOS	26
Localidad Experimental.....	26
Material Genético.....	26
Híbridos Apomícticos F1	27
Pecos (AN17PS)	27
Común.....	28
Biloela.....	28
Nueces	29
Metodología	29
Siembra de los Materiales	29
Trasplante	30

Riegos	30
Fertilización	32
Diseño Experimental.....	32
Variables Evaluadas	33
Número de Panículas por Planta.....	33
Altura de Planta.....	33
Número de Tallos por Planta.....	34
Peso Fresco de Forraje	34
Peso Seco de Forraje.....	34
Peso Fresco de Raíz.....	34
Peso Seco de Raíz.....	35
Peso Seco Total	35
Análisis de Datos	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
Número de Tallos por Planta	37
Altura de Planta	41
Número de Panículas por Planta	45
Peso Fresco de Raíz	48
Peso Seco de Raíz	52
Peso Fresco de Forraje	56
Peso Seco de Forraje	59
Peso Seco Total.....	63
CONCLUSIONES	67
LITERATURA CITADA	69
APÉNDICE	76

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Croquis de la distribución de las unidades experimentales. Saltillo, Coah. 2012.....	31
2	Análisis de varianza de número de tallos por planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	37
3	Comparación de medias de número de tallos por planta en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	38
4	Comparación de medias de número de tallos por planta en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012..	40
5	Análisis de varianza de altura de planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	41
6	Comparación de medias de altura de planta en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	42
7	Comparación de medias de altura de planta en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	44
8	Análisis de varianza de número de panículas por planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012..	45
9	Comparación de medias de número de panículas por planta en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	46
10	Comparación de medias de número de panículas por planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012..	47
11	Análisis de varianza de peso fresco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	49
12	Comparación de medias de peso fresco de raíz en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y	

	cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	49
13	Comparación de medias de peso fresco de raíz en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	51
14	Análisis de varianza de peso seco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	52
15	Comparación de medias de peso seco de raíz en gramos por planta en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	53
16	Comparación de medias de peso seco de raíz (g/planta) en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012..	54
17	Análisis de varianza de peso fresco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	56
18	Comparación de medias de peso fresco de forraje en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	57
19	Comparación de medias de peso fresco de forraje en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	58
20	Análisis de varianza de peso seco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	59
21	Comparación de medias de peso seco de forraje (g/planta) en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah.2012.....	60
22	Comparación de medias de peso seco de forraje (gramos/planta) en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	62
23	Análisis de varianza de peso seco total de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	63
24	Comparación de medias de peso seco total en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	64
25	Comparación de medias de peso seco total (g/planta) de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.....	65

INTRODUCCIÓN

El hombre, a través de los años, ha liberado como producto de sus actividades una gran cantidad de contaminantes del ambiente, debido a las emisiones masivas de dichos contaminantes, que se han intensificado en las últimas décadas, en la atmósfera se han modificado los niveles de bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y clorofluorocarbonos (CFCs). Dichos compuestos químicos han provocado un rápido aumento de la temperatura del planeta. El principal contaminante atmosférico es el CO_2 que ha incrementado sus niveles de forma desmesurada debido principalmente a la quema de combustibles fósiles, la concentración actual de CO_2 en la atmósfera se calcula en 394 ppm.

Las grandes concentraciones de CO_2 en la atmósfera traen múltiples consecuencias negativas, no sólo el aumento de la temperatura, también modifican los sistemas sociales y ecológicos, incrementan la desertificación y disminuyen la precipitación, lo que afecta directa y negativamente los sistemas agrícolas y ganaderos, y con ello a las comunidades rurales.

Las plantas cumplen una función muy importante en la mitigación de las emisiones de CO_2 , debido a que contribuyen al secuestro de carbono (C), los bosques contribuyen de manera importante; sin embargo la deforestación es un problema grave, que además de modificar el ecosistema, puede afectar su

valiosa contribución ambiental, ya que no se sabe que tan rápido podrían los árboles adaptarse a las condiciones que el cambio climático está generando.

Una de las alternativas para disminuir las concentraciones atmosféricas de CO₂, es el uso de especies vegetales que tengan la capacidad de secuestrar C y estén adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas adversas de las zonas áridas y semiáridas, cuyo aumento alrededor del mundo es también un problema actual.

El zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.), es una gramínea forrajera, introducida que se ha naturalizado bajo las condiciones áridas y semiáridas de nuestro país. Esta especie se utiliza para la alimentación del ganado doméstico y la fauna silvestre; además para controlar la erosión hídrica y eólica y restaurar suelos degradados. Debido a sus características agronómicas deseables como: su facilidad de establecimiento, persistencia, capacidad para tolerar períodos prolongados de sequía y alto potencial forrajero, se considera al zacate buffel una de las especies más importantes para la ganadería extensiva del norte de México. Debido a la importancia del zacate buffel como especie forrajera y a la superficie que ocupa en las zonas áridas, es importante determinar su posible utilización en servicios ambientales a través de su potencial para secuestrar carbono.

Objetivos

El objetivo de la presente investigación fue:

- Evaluar genotipos de zacate buffel con potencial para producción forrajera y secuestro de carbono, para posterior selección y desarrollo de aquellos con características agronómicas deseables superiores, a las variedades comerciales evaluadas.

Hipótesis

Es posible seleccionar al menos un genotipo de zacate buffel para rendimiento de forraje y/o captura de CO₂.

Palabras Clave: Zacate Buffel, Cambio Climático, Captura de CO₂, Biomasa aérea, Biomasa radicular.

REVISIÓN DE LITERATURA

Cambio Climático

El clima es el resultado de la interacción de un gran número de factores, cuando un parámetro meteorológico se desvía de su valor promedio en un determinado número de años, se dice que es una anomalía climática que puede ser provocada por cambios en la atmósfera, el océano, la intensidad de la radiación solar recibida, entre otros factores causados por la actividad humana (Magaña, 2004). El ser humano ha estado emitiendo contaminantes que han causado daños desde un nivel local hasta inducir el cambio climático (Gupta, 1997).

El sistema climático de la Tierra es dirigido por la energía proveniente del sol, aproximadamente dos terceras partes de la radiación solar es absorbida por la atmósfera, la tierra, el océano, etc. y una tercera parte es reflejada, pero algunos gases presentes en la atmósfera son capaces de atrapar la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, evitando que salga del planeta calentando la superficie y la atmósfera. Sin la presencia de estos gases el planeta sería muy frío como para hacer posible la vida en él. Sin embargo, la cantidad de estos gases en la atmósfera ha aumentado por lo que se absorbe más radiación

de la que sale y esto ha provocado un aumento en la temperatura global (Gupta, 1997). Este aumento conduce a cambios en el sistema atmosférico, que se traducen en cambios en las zonas climáticas y que afectan negativamente los sistemas ecológicos y sociales sobre todo aquellos que ya están bajo estrés (Houghton *et al.*, 1996). Se ha reportado que el cambio climático representa un desafío para la humanidad en el siglo XXI (SEMARNAT, 2012).

Causas del Cambio Climático

Los gases de efecto invernadero incluyen el vapor de agua, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), los clorofluorocarbonos (CFCs) y el ozono en la tropósfera y estratósfera (Houghton *et al.*, 1996). Una de las principales causas del cambio climático es el aumento en la concentración de CO₂ debido a que este es el gas principal causante del efecto invernadero (SEMARNAT, 2012).

En el laboratorio de Mauna Loa, Hawaii, se han monitoreando las concentraciones de este gas desde 1958. Los resultados han mostrado que tan sólo en la década 2000-2010, la concentración de CO₂ en el ambiente incrementó por año 1.9 ppm, en el año 2010 el incremento en la concentración de CO₂ corresponde a 2.36 ppm. La concentración actual de CO₂ en la atmósfera se acerca a 394 ppm (NOAA).

El incremento de CO₂ en la atmósfera se debe principalmente a la quema de combustibles fósiles, que afecta el ciclo natural del carbono (Oliver *et al.*,

2012). El balance del ciclo global del carbono en 2010 reportado por el Global Carbon Project arrojó lo siguiente: como resultado de la quema de combustibles fósiles, la producción de cemento y cambios en el uso del suelo las emisiones de CO₂ fueron de 10 GtC (1GtC= una gigatonelada métrica de carbono) (SEMARNAT, 2012).

Es un hecho que las actividades humanas han provocado este incremento de CO₂ ambiental; sin embargo las emisiones anuales de CO₂ difieren en gran medida de un país a otro. En 2010, China y Estados Unidos contribuyeron con el 41% de las emisiones de CO₂ totales para ese año; en contraste, América Latina y el Caribe solo emitieron el 5% (NASA, 2010).

Efectos del Cambio Climático

El cambio climático puede tener múltiples efectos, sobre los sistemas ecológicos y sociales en nuestro planeta (Houghton *et al.*, 1996). Dentro de los efectos ecológicos que se observan actualmente se encuentran la elevación de la temperatura promedio del planeta, el crecimiento del nivel promedio del mar y la disminución del hielo ártico (SEMARNAT, 2012).

En septiembre del 2013 se registró un aumento promedio de 0.64°C con respecto a las temperaturas promedio registradas durante el siglo XX, desde septiembre del 2003 se han reportado los meses más calurosos desde 1880, la temperatura más alta se reportó en el año 2005 (NCDC, S/F).

La reducción del hielo ártico, se debe a que en esta región el aumento de la temperatura es mayor a la temperatura promedio en el planeta (Screen *et al.*, 2012). Se observa cada vez más reducción en la extensión de hielo flotante en el Ártico, además de una disminución notable en su espesor. La pérdida de hielo ártico es de aproximadamente 900 km³ /año. Se predice que el total del hielo del Ártico habrá desaparecido para el verano del año 2030, esto puede traer graves consecuencias geopolíticas, además de que la desaparición del hielo reflectante del Ártico enfatizaría aún más el calentamiento del planeta (NOAA).

Con respecto a las consecuencias que el cambio climático está provocando en los océanos se puede mencionar un aumento en el nivel promedio del mar, así como su acidificación. Los océanos absorben alrededor del 90% del calor producido por el desbalance que el cambio climático provoca en el equilibrio térmico del planeta. Esto provoca un aumento de la energía térmica contenida en la capa superior de los océanos, que se ha incrementado 0.025°C por década desde 1960 en los primeros 700 m de profundidad. La capacidad calorífica e inercia térmica de los océanos determina una lenta elevación del nivel del mar. La dilatación térmica de la capa superior de los océanos y el derretimiento de los hielos terrestres contribuyen a este aumento del nivel del mar. Estudios indican que el nivel promedio del mar se ha elevado 3.2 mm por año durante los últimos veinte años. Así mismo debido a la absorción de CO₂ por los océanos se ha producido una reducción de pH provocando la acidificación del agua de mar (Feely *et al.*, 2009).

La agricultura y ganadería son actividades humanas que también contribuyen con las emisiones globales de gases del efecto invernadero, tales como metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y bióxido de carbono (CO₂) como resultado de la producción y manejo de cultivos y ganado (FAO, 2013). Las emisiones de N₂O se deben principalmente al uso de fertilizantes sintéticos, las de CO₂ son causa de la producción de dichos fertilizantes, además del uso de maquinaria agrícola, transporte y procesado de cosechas, entre otras; mientras que las emisiones de CH₄ se deben principalmente a los sistemas de manejo del estiércol (MacLeod *et al.*, 2013). Se estima que la ganadería emite alrededor de 7.1 Gt de CO₂ equivalente/año, la producción de carne de res contribuye con el 41% de las emisiones totales del sector ganadero, mientras que la producción de ganado lechero contribuye con el 19% (Gerber *et al.*, 2013), la producción de carne de cerdo, pollo y huevo, contribuyen con el 9 y 8% respectivamente (MacLeod *et al.*, 2013). Gerber *et al.* (2013) indican que por cada kilogramo de carne de res que se produce se libera al ambiente 46.2 kg de CO₂ equivalente. Las emisiones de gases del efecto invernadero provenientes de la agricultura se han incrementado 1.6% por año desde 1990 (FAO, 2013).

En México, el Desierto Chihuahuense se presenta como una de las regiones más vulnerables del país ante el cambio climático. En los próximos 50 años se predice un aumento de 2°C en la temperatura media anual y una disminución de 100 mm en la precipitación media anual, que traerá como consecuencia un cambio de 40% de las especies de fauna silvestre en las regiones áridas del país (Townsend *et al.*, 2002).

El deterioro de los pastizales es evidente y los estudios indican una tendencia hacia una mayor degradación. Ejemplo de ello es el Desierto Chihuahuense que ha alcanzado niveles preocupantes como resultado de prácticas inadecuadas de ganadería, la excesiva carga animal y el pastoreo continuo, como los principales factores que han contribuido a éste deterioro, ya que han propiciado la pérdida de la cubierta vegetal, fragmentación del hábitat, alteración en la composición de especies e incremento de la erosión del suelo (Jones, 2000). Adicionalmente extensos períodos de sequía, expansión de la agricultura, urbanización y el cambio climático agravan la situación (Carreón *et al.*, 2008).

Se estima que en los últimos 50 años se ha perdido el 70% de la capacidad productiva de forraje del Desierto Chihuahuense, por lo que en los últimos 20 años se ha reducido en 50% la producción ganadera del estado de Chihuahua (INIFAP, 2008).

Soluciones al Calentamiento Global

El cambio climático es un problema global que debe atenderse de manera conjunta con la participación de todos. Sin embargo, resulta difícil que más de 190 países con intereses distintos se pongan de acuerdo para adoptar medidas encaminadas a la mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEIs). Por ejemplo aquellos países insulares en desarrollo que se ven sumamente afectados por el efecto del cambio climático en el aumento del nivel del mar y que por lo tanto

tienen un fuerte interés en que se reduzcan de forma significativa las emisiones de contaminantes provenientes de la quema de combustibles fósiles tienen intereses muy distintos a aquellos países exportadores de petróleo, carbón o gas natural cuyas economías dependen de la explotación de estos recursos (SEMARNAT, 2012).

Una respuesta de política internacional comenzó en 1994 en Río de Janeiro en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo o “Cumbre de la Tierra”, de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático que establece un marco de acción para la mitigación y disminución de los GEIs. Desde 1995 se han llevado a cabo 17 reuniones de la Conferencia de las Partes (COPs) (SEMARNAT, 2012). La primera se realizó en Berlín, Alemania, en la que se estableció el denominado Mandato de Berlín, en el que se busca establecer los compromisos de reducción de emisiones de GEIs de los países desarrollados (SEMARNAT, 2012).

En la COP-3 celebrada en Kyoto, Japón se adoptó el Protocolo de Kyoto, que entró en vigor en febrero de 2005, este plantea objetivos cuantificables para la reducción de GEIs de los países desarrollados y en el se establece el Mecanismo para el Desarrollo Limpio (MDL), que entró en vigor en 2002. El MDL le permite a los países desarrollados comprobar la reducción de emisión de contaminantes mediante proyectos llevados a cabo en países en vías de desarrollo, como lo es el caso del llamado “mercado de bonos de carbono” que consiste en lo siguiente: un bono de carbono es igual a la reducción de emisiones

de 1 tonelada de CO₂, por lo que una empresa de un país no desarrollado puede implementar medidas para reducir su emisión de contaminantes y una vez que acredita la reducción de gases, puede venderle esta disminución a una empresa en un país desarrollado, la cual puede acreditar esa reducción en otro lugar como si hubiera sido una disminución propia (SEMARNAT, 2012) .

En la COP-9 realizada en 2003 en Milán, Italia se establecen reglas para proyectos forestales bajo el esquema de MDL. La COP número 15 se llevó a cabo en 2009 en Copenhague, Dinamarca donde se acordó crear un Fondo Verde para el Clima y se estableció el objetivo de no aumentar el calentamiento global por encima de los 2°C y se pidió a los países presentar propuestas de mitigación, en el 2010 más de 80 países presentaron sus propuestas (SEMARNAT, 2012).

En 2010 tuvo lugar la COP-16 celebrada en Cancún, México donde se crea el Fondo Verde para el Clima, el Marco de Adaptación y el Centro de Red de Tecnologías Climáticas, además de reafirmarse el objetivo de no aumentar la temperatura global por encima de los 2°C y se plantea la posibilidad de que la meta sea 1.5°C (UNFCCC).

Son 20 los países que generan el 76% de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, ningún país o pequeño grupo de países es capaz de solucionar el problema del cambio climático por sí solos, se necesita la cooperación de todos para lograrlo. A partir de la COP-15, países desarrollados y en desarrollo han planteado promesas para reducir sus emisiones de contaminantes, sin embargo

el problema es ya muy grave, hoy en día mediante estimaciones se sabe que estabilizar las concentraciones de CO₂ a 450 ppm determinaría una probabilidad del 50% de no rebasar la meta de los 2°C y para alcanzar una probabilidad del 75% se tendrían que reducir en la mitad de este siglo las emisiones de CO₂ a 1000 Gt (SEMARNAT, 2012).

En varios países existen programas climáticos creados de forma independiente a las promesas de mitigación de CO₂, por ejemplo en el estado de California E.U.A. se aprobó la Ley Assembly Bill 32 que introduce disposiciones a las energías renovables, estándares de eficiencia para vehículos, edificios e industrias, y otras regulaciones (SEMARNAT, 2012).

El papel que las empresas juegan dentro del tema del cambio climático es sumamente importante, muchas empresas sobre todo en países en desarrollo consideran que las políticas para hacer frente al cambio climático representan más una amenaza económica que una oportunidad de negocio; sin embargo el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD, por sus siglas en inglés) ha planteado distintos objetivos, entre los más importantes está reducir a la mitad las emisiones de GEIs respecto a las del 2005 así como también detener la deforestación e incrementar la reforestación (WBCSD).

A nivel mundial se están adoptando fuentes de energías limpias y renovables, cabe mencionar que en el 2011 la inversión mundial en energías renovables aumentó un 17% respecto al año anterior, además de que hoy en día

la inversión en energía solar casi duplica a la que se destina a la energía eólica. La capacidad de generación de energía renovable se ha incrementado de 3.6% en 2004 a 9.2% en 2011 (Frankfurt School of Finance and Management). Por otra parte en el sector forestal se están impulsando políticas para disminuir la deforestación e incrementar la reforestación. SEMARNAT (2012) declara que en casi todos los países se están tomando medidas para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, sin embargo a la fecha son insuficientes.

Secuestro de Bióxido de Carbono (CO₂)

Las plantas tienen la capacidad de tomar el CO₂ atmosférico por medio de la fotosíntesis, proceso de intercambio gaseoso de bióxido de carbono por oxígeno (Pérez y Pérez, 2012), por lo tanto la agricultura juega un papel importante en la mitigación del calentamiento global debido a que las plantas tienen la capacidad de incorporarlo en su biomasa, secuestrándolo en el suelo como materia orgánica (Johnson *et al.*, 2007).

De acuerdo a la Ecological Society of America (ESA, 2000), el secuestro de carbono (C), se define como la retención de C por un largo período de tiempo que implica una lenta reducción de CO₂ atmosférico; sin embargo Johnson *et al.* (2007) definen el secuestro de C como una red de transferencia del CO₂ atmosférico hacia depósitos terrestres como la biomasa existente o sus derivados, por ejemplo árboles y madera o también en la biomasa viviente como las raíces de las plantas perennes y los microorganismos del suelo.

El secuestro de C por las plantas trae consigo una adición de materia orgánica al suelo ya que el C almacenado en la biomasa radicular de las plantas aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo, lo cual se refleja en múltiples beneficios además de la reducción del CO₂ atmosférico (Johnson *et al.*, 2007). En agroecosistemas el C es secuestrado mayormente en el suelo y se dice que en la agricultura orgánica y cero labranza es donde ocurre una menor pérdida de C (Freibauer *et al.*, 2004).

El IPCC reporta un rango de 43-58% de carbono en biomasa seca y considera un valor promedio de 50% para hacer estimaciones del C almacenado en un tejido vegetal; sin embargo Hernández (2012) reporta para los pastizales desérticos valores de 43-45%.

La agricultura puede colaborar con el secuestro de CO₂ atmosférico a través de un buen manejo del suelo, por ejemplo se puede secuestrar C en el suelo incorporando los residuos orgánicos a los ecosistemas naturales (Cole *et al.*, 1997) o como se mencionó anteriormente por medio de las raíces de las plantas. Experimentos realizados en China en suelos degradados, que fueron restaurados con actividades agrícolas, después de diez años almacenaron 2.4 kg de C/m² (Cole *et al.*, 1997), es un proceso lento, pero los suelos degradados también pueden ser útiles para el secuestro de C.

Las especies forestales juegan un papel muy importante en el secuestro de CO₂, Woodbury *et al.* (2007) realizaron una estimación del C secuestrado por

los bosques estadounidenses (específicamente árboles) para el año 2005 mostraron que el secuestro de C variaba a través de los diferentes estados del país, desde 43 hasta 135 toneladas por hectárea. Sin embargo, el secuestro de C en ecosistemas forestales incluye tanto aquel almacenado en árboles como en el suelo (Lal, 2005), Dixon *et al.* (1994) mencionan que la vegetación y suelo forestal contienen aproximadamente 1240 Pg (Pg=peta gramo) de C. Los ecosistemas forestales están divididos según el clima predominante, Lal (2005) menciona que en la Tundra hay un contenido aproximado de 40 a 60 Mg (mega gramos o toneladas métricas) de C/ ha, mientras que en el bosque templado de 60 a 130 Mg de C/ha y en el bosque tropical de 120 a 194 Mg de C/ha.

Un estudio realizado en Panamá encontró que en los bosques se almacenan aproximadamente 335 Mg de C/ha, mientras que en los sistemas agroforestales se almacenan 145 Mg de C/ha (Kirby y Potvin, 2007).

Los árboles en las zonas urbanas también contribuyen al secuestro del CO₂ atmosférico, los árboles fijan el C atmosférico durante la fotosíntesis y lo almacenan en forma de biomasa (Nowak y Crane, 2002). En una primera estimación del C almacenado por árboles en zonas urbanas en Estados Unidos arrojó que dichos árboles almacenan de 350 a 750 millones de toneladas (Nowak, 1993), una segunda estimación nacional (en EUA) arrojó un resultado de 600 a 900 millones de toneladas (Nowak, 1994). Un estudio más reciente realizado para estimar el secuestro de C por árboles en diez ciudades de Estados Unidos muestran que normalmente se almacenan 25.1 ton C/ha en zonas urbanas,

menciona además, que se almacenan de 4.4 kg C/m² a 36.1 kg C/m² presentando variaciones entre las ciudades incluidas en el estudio, el secuestro de C estimado por hectárea en zonas urbanas es de 0.8 ton de C/año es decir 0.3 kg de C/m² (Nowak y Crane, 2002), agrega que los árboles ubicados en zonas urbanas en Estados Unidos almacenan 700 millones de toneladas de carbón, contribuyendo con un secuestro anual de 22.8 millones de toneladas (Nowak y Crane, 2002).

Johnson y Gerhold (2003) realizaron un estudio para medir la cantidad de C secuestrado por la raíz de árboles de los géneros *Amelanchier*, *Malus*, *Pyrus* y *Syringa* que se encuentran normalmente establecidos en zonas urbanas de Estados Unidos. Según Wenger (1984) las raíces almacenan del 17 al 23% del total del carbono almacenado en árboles. Johnson y Gerhold (2003) encontraron que en promedio la raíz de dichos árboles almacenan de 0.3 a 1.0 kg de C en árboles con diámetros menores a 6.4 cm y que los árboles con diámetros mayores a 14 cm almacenan más de 10.4 kg de C. En promedio el C total almacenado por dichos cultivos fue de 1.7 a 54.5 kg de C (Johnson y Gerhold, 2003).

Como se puede ver múltiples estudios se han realizado para determinar la cantidad de C secuestrado por árboles, pero en lo referente a los pastizales la información es insuficiente y por ésta razón han sido históricamente excluidos de los mecanismos de mercado de carbono (Hernández, 2012). Estimaciones de la FAO (2009) indican que los pastizales pueden capturar una mayor cantidad de C

que los ecosistemas forestales, menciona que los pastizales de todo el mundo pueden almacenar entre 100 y 800 millones de toneladas de CO₂ por año. En los pastizales una gran proporción del CO₂ es secuestrado en el suelo como C orgánico, y en los pastizales semiáridos la raíz puede ser la parte de la planta donde se almacena una mayor cantidad de C (Hernández, 2012). Un estudio realizado en pastizales en San Luis Potosí y Nuevo León mostró que los pastizales abiertos al pastoreo almacenan en la biomasa aérea 145.82 kg de C/ha y aquellos pastizales sin pastoreo almacenan 158.73 kg de C/ha (Hernández, 2012).

Un estudio realizado en un pastizal en el estado de Tabasco reportó que en promedio entre especies pertenecientes a las familias *Poaceae*, *Heliconiaceae*, *Cucurbitaceae*, *Apocynaceae*, *Commelinaceae* y *Boraginaceae* capturan 188.52 kg de C/ha (éstos resultados provienen sólo del peso de la biomasa aérea) (Córdova *et al.*, 2012).

Sin duda, los pastizales de zonas áridas representan una buena opción para mitigar las emisiones de CO₂ debido a que ya están adaptados a condiciones climáticas adversas, además de contribuir a la recarga de mantos acuíferos, reducir erosión hídrica y eólica, hábitat para fauna silvestre y recreación (Ortega-Ochoa, 2012). Una de las alternativas a considerar para enfrentar los retos del cambio climático es el zacate buffel, ya que por sus características agronómicas de facilidad de establecimiento, tolerancia a sequía, alto potencial forrajero, se considera la especie más importante para la ganadería

extensiva del sur de Texas y norte de México. Adicionalmente a esto la morfología rizomatosa de las plantas contribuye a mitigar los efectos del cambio climático a través del almacenamiento de carbohidratos y por otro lado por tener un proceso fotosintético C₄, se facilita una mayor capacidad de captura de CO₂ atmosférico. Medina *et al.* (2012) realizaron estimaciones para temperatura y precipitación en el estado de Zacatecas para los años 2011-2050 con la finalidad de predecir el potencial productivo del zacate buffel ante el cambio climático y encontraron que al aumentar la temperatura también favorecen un mejor desarrollo y un incremento en el potencial forrajero de éste pasto, ellos concluyen que el zacate buffel representa una buena opción para secuestrar C, por lo que se espera que la superficie con esta especie se incremente en las zonas áridas.

Origen Geográfico y Distribución del Zacate Buffel

El zacate buffel es una especie forrajera, perenne, C₄ perteneciente a la familia Poaceae, subfamilia Panicoideae (Hanselka *et al.*, 2004). Es originario del continente Africano específicamente del Transvaal y Provincias del Cabo en Sudáfrica, posteriormente se distribuyó a través de las regiones áridas de África y dentro de los pastizales áridos del Oeste de la India (Bashaw, 1985).

Debido a su buena adaptación a las regiones áridas, a través del tiempo el zacate buffel se ha dispersado por las regiones áridas de África, Madagascar, Arabia, India y Pakistán (Bogdan, 1977). El zacate buffel ha sido introducido por

el hombre en muchas otras zonas áridas alrededor del mundo, principalmente en Australia, Norteamérica y Sudamérica (Hanselka *et al.*, 2004).

El zacate buffel fue introducido en Australia accidentalmente en 1870 (Hanselka *et al.*, 2004) y en 1910 se liberó “West Australian” (Loch y Ferguson, 1999), que es un ecotipo seleccionado de germoplasma introducido de Afganistán (Skerman y Riveros, 1990; Loch y Ferguson, 1999), posteriormente se introdujeron materiales provenientes de Kenia (Skerman y Riveros, 1990) y a partir de los años 50’s el zacate buffel se convirtió en la especie forrajera más utilizada en el norte de Australia (Loch, 1999). Cavaye (1991) reporta 2.4 millones de hectáreas sembradas con zacate buffel en Australia. Posteriormente Hannah y Thurgate (2001) estimaron que para el 2000 el zacate buffel se había naturalizado entre 30 y 50 millones de hectáreas en Queensland.

Las primeras introducciones del zacate buffel al Continente Americano fueron en 1917, las evaluaciones se realizaron en localidades muy al norte de Texas en suelos arcillosos y pesados, por lo que estos materiales no se establecieron (Hussey, 1985). Posteriormente en 1946 se realizaron otras colectas en el desierto de Turkana en el norte-centro de Kenia y se evaluaron en el sur de Texas para establecimiento, persistencia y potencial forrajero. Resultado de éstas evaluaciones fue la selección de un ecotipo identificado con el número T-4464, mejor conocido como Común o Americano (Holt, 1985). En 1949 el Servicio de Conservación de Suelos de E.U. liberó este material que se

distribuyó rápidamente en el sur de Texas; entre 1949 y 1985 el zacate buffel se estableció en más de cuatro millones de hectáreas (Cox *et al.*, 1988).

Semilla de buffel Común fue introducida a México en 1954 por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, se estableció experimentalmente en Apodaca, Nuevo León y desde entonces se ha dispersado a otros estados del país como Tamaulipas, Sonora, San Luis Potosí, Durango, Chihuahua, Coahuila y Jalisco (Ibarra *et al.*, 2012). El zacate buffel se ha naturalizado en México, debido a que las condiciones agroecológicas de nuestro país son muy similares a las de la región de origen de la especie.

El zacate buffel es actualmente un prominente pasto forrajero bien adaptado y ampliamente distribuido en el sur de Texas y el norte de México. Así mismo se ha introducido a varios países de Sudamérica y en las regiones áridas de las Islas del Caribe (Hanselka *et al.*, 2004).

Giraud (2003) menciona que el zacate buffel es una de las especies forrajeras introducidas de mayor aceptación en el Noreste Argentino (NOA), sobre todo en las áreas marginales, ya que esta especie ha contribuido en gran medida al desarrollo de la ganadería en la región subtropical, árida y semiárida del NOA (Griffa *et al.*, 2011).

Importancia Agronómica del Zacate Buffel

En el norte de México este pasto es de gran importancia debido a la superficie que ocupa, sólo en el estado de Sonora el zacate buffel se ha establecido en una superficie de 1.2 millones de hectáreas donde se ha sembrado por más de 40 años y ha revolucionado la ganadería en la región central de éste estado (Ibarra *et al.*, 2012).

Giraud (2003) menciona que dentro de las ventajas del zacate buffel destacan: tolerancia a la sequía, crecimiento rápido con mínima precipitación, excelente sistema radicular, control de la erosión, amplia adaptación a todo tipo de suelos y una rápida respuesta a la fertilidad.

Alrededor del mundo el zacate buffel tienen múltiples usos (Bogdan, 1977; Ayerza, 1982). En las praderas africanas es utilizado para la alimentación del ganado y como hábitat para diferentes especies de aves y otros animales (Brockett y Gray, 1984), en Sudamérica (Simpson y Fretes, 1972), Norteamérica (Cox *et al.*, 1988; Ibarra *et al.*, 1995) y Australia (Anning, 1980) se destina como forraje para la alimentación del ganado. Un uso importante de esta especie es para estabilizar áreas desmontadas y barrancosas (Hanselka *et al.*, 2004), en Australia es sembrado para reducir la erosión en barrancos producidos por minas (Riches y Jones, 1979). También se ha utilizado para restauración de suelos degradados (Carroll y Tucker, 2000), para controlar el escurrimiento de agua y la erosión del suelo (Sutherland y Bryan, 1990).

El establecimiento de praderas de zacate buffel ha incrementado la ganancia animal en pastizales semiáridos (Hanselka *et al.*, 2004), estas praderas producen tanta carne de bovino como cualquier otro pasto tropical (Walker *et al.*, 1987; Mannelje y Jones, 1990). El zacate buffel presenta algunas ventajas comparado con pastos nativos como por ejemplo ganancia de peso, incremento en la tasa de preñez, entre otras que dan como resultado una mayor producción de carne (Hanselka *et al.*, 2004).

La producción de biomasa del zacate buffel es superior a la mayoría de los pastos adaptados a los trópicos semiáridos (Hanselka *et al.*, 2004). Los valores de materia seca digerible, proteína cruda y fósforo han sido del 20 al 30% superiores que los que se reportan para los pastos nativos del sur de Texas (González y Everitt, 1982).

En la región oeste de Australia el potencial de la capacidad de carga incrementó en un 60% entre 1978 y 2002 después de la dispersión del buffel (Leighton y VanVreeswyk, 2004).

Reproducción del Zacate Buffel

Número Cromosómico

El número básico de cromosomas del zacate buffel es $X=9$ (Hanselka *et al.*, 2004). Los primeros estudios en zacate buffel reportaron que el número de cromosomas más común es $2n=4X=36$, aunque también se reportaron $2n=32$, 40, 43, 45, 48, 54 y 63 cromosomas. Los materiales con 36, 45 y 54 cromosomas

son tetraploides, pentaploides y hexaploides respectivamente y son aneuploides los materiales con 32, 40 y 48 cromosomas (Fisher *et al.*, 1954; Snyder *et al.*, 1955). Las plantas diploides son de reproducción sexual, mientras que las poliploides son apomícticas (Quero *et al.*, 2010), en zacate buffel no se han reportado materiales diploides.

Comportamiento Reproductivo

El zacate buffel se reproduce por apomixis, por el mecanismo de aposporia seguido de pseudogamia (Snyder *et al.*, 1955; Fisher *et al.*, 1954). El zacate buffel fue reportado como un apomíctico obligado hasta los años 60's (Fisher *et al.*, 1954), posteriormente Sherwood *et al.* (1980) reportaron la apomixis facultativa en la especie. En Texas se descubrió una planta fuera de tipo en un campo de buffel Común (Hanselka *et al.*, 2004), se realizaron estudios citogenéticos y pruebas de progenie de esta planta que confirmaron la reproducción sexual en la especie (Bashaw, 1962), este descubrimiento abrió nuevos paradigmas en el mejoramiento genético de las especies apomícticas; ya que actualmente se considera a la apomixis como una herramienta útil que fija el genotipo y permite el mantenimiento de características agronómicas deseables a pesar de la heterosis (Taliaferro y Bashaw, 1966).

Apomixis

La apomixis es la reproducción asexual a través de semilla, por lo que no ocurre la recombinación genética (Hignight *et al.*, 1991). En las especies apomícticas la célula madre de la megáspora es sustituida por una célula no reducida del nucelo que a través de divisiones mitóticas forma el gametofito femenino (Savidan y Pernés, 1982). Esta forma de reproducción predomina en varias especies de pastos de zonas áridas (Quero *et al.*, 2010).

La apomixis implica dos desviaciones principales de la reproducción sexual: la formación de sacos embrionarios no reducidos y la capacidad de la célula huevo para producir el embrión partenogénicamente (Asker, 1979) por lo que la descendencia es una copia de la planta madre (Bashaw y Hignight, 1990). Koltunow y Grossniklaws (2003) reportan que la apomixis implica básicamente: La formación del gameto femenino sin meiosis (apomeiosis), desarrollo autónomo del embrión (partenogénesis) y formación de un endospermo funcional que requiere la polinización de los núcleos polares (pseudogamia).

De acuerdo al origen, la apomixis se clasifica en: esporofítica y gametofítica. En la apomixis esporofítica o embrionía adventicia no se forma un saco embrionario, el embrión se desarrolla directamente de los integumentos del óvulo o de la región del nucelo (Bath *et al.*, 2005; Koltunow, 1993). La apomixis gametofítica se divide en aposporia y diplosporia. En la primera, el saco

embrionario se desarrolla de una célula somática del nucelo, por lo que no se lleva a cabo la división meiótica y se forman sacos embrionarios tetranucleados no reducidos ($2N$) que contienen dos sinérgidas, un núcleo polar y una célula huevo, las antípodas están ausentes (Nogler, 1984). El embrión se desarrolla partenogenéticamente de la célula huevo no reducida, pero para la formación del endospermo se requiere que los núcleos polares se polinicen (Koltunow y Grossniklaus, 2003). Aposporia es el mecanismo apomíctico más común en las gramíneas.

La diplosporia puede ser meiótica o mitótica, inicialmente una célula madre de la megaspora, puede sufrir una división meiótica parcial, incompleta o reconstitutiva, pero continúa dividiéndose mitóticamente lo que da como resultado un saco embrionario no reducido (Koltunow *et al.*, 1995).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidad Experimental

La presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en un espacio entre el invernadero número ocho y la bodega del Programa de Pastos. La Universidad se localiza entre las coordenadas geográficas de 25°22'41" de latitud Norte y 101°22' longitud Oeste y a una altura de 1743 msnm. El clima de la región es seco, semicálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias en verano y una precipitación invernal superior al 10% del total anual. La precipitación promedio anual es de 350-400 mm. La temperatura media anual es de 19.8°C. Las heladas inician en noviembre y terminan en marzo, en enero se presentan temperaturas de -10°C (García, 1986).

Material Genético

Se evaluó un Grupo Élite II de 26 híbridos apomícticos de zacate buffel generados en el Programa de Pastos de la UAAAN, como testigos se utilizaron las variedades comerciales: Pecos, Común, Biloela y Nueces.

Híbridos Apomícticos F1

Estos híbridos se generaron de los cruzamientos realizados en el año 2006 entre el clon sexual TAM CRD B1s como progenitor hembra y Zaragoza 115 como progenitor macho. Se evaluaron en Zaragoza, Coahuila 6,000 híbridos F1 y se seleccionaron 500 híbridos, que fueron sometidos en 2007 a una segunda evaluación agronómica y pruebas de progenie para determinar su modo de reproducción (Gómez, 2009). Se seleccionaron 72 progenies F2 apomícticas con base en características agronómicas deseables, estas progenies F2 se evaluaron y se seleccionaron las mejores 26 familias F3 con base en su rendimiento de semilla y forraje.

Pecos (AN17PS)

Es el primer híbrido apomíctico de zacate buffel desarrollado en México, los derechos de propiedad intelectual son compartidos entre la UAAAN y la empresa Pogue Agri Partners. En México este híbrido es conocido como H-17, en Estados Unidos se comercializa por la empresa Pogue Agripartners Inc. con el nombre de Pecos (Pogue Agripartners Inc., S/F). También se comercializa en mezcla con otros genotipos con el nombre de Laredo (Hanselka *et al.*, 2004).

AN17PS fue generado en el Programa de Pastos de la UAAAN, resultado de los cruzamientos del clon sexual B1s y la variedad Zaragoza 115. Dentro de sus características favorables es su resistencia al tizón foliar del zacate buffel causado por el hongo *Pyricularia grisea*, buena producción de forraje y semilla, además de su tolerancia a heladas. Esta última ventaja le permite establecerse

más al norte en Texas donde la variedad Común no se establece por su falta de tolerancia a las heladas. Está adaptado a las condiciones climáticas y edáficas características de las zonas áridas, principalmente en los estados de Tamaulipas, Sonora, Coahuila, Nuevo León, Durango, San Luis Potosí, y sur de Texas (Gómez, 2009).

Común

Es la variedad de buffel más distribuida en el norte de México y sur de Texas, se caracteriza por su resistencia a la sequía, buena producción de semilla, follaje verde claro, con inflorescencias púrpura, es de altura media y con tallos muy finos (Ayerza, 1981; Cook *et al.*, 2005). Es una variedad muy susceptible al tizón foliar del zacate buffel (*Pyricularia grisea*), cuando se presentan las condiciones ambientales para el desarrollo del hongo, el follaje de las plantas se seca completamente, disminuyendo su rendimiento y calidad (González *et al.*, 1998). Es un apomíctico obligado tetraploide $2N=4X=36$ cromosomas (Bashaw, 1962; Gómez, 1994).

Biloela

Es una variedad australiana de tipo rizomatoso, porte alto y resistente a la sequía. Las hojas son glabras con inflorescencias de aproximadamente 7 cm de largo y las espiguillas son de un color pálido a rojo (Ayerza, 1981; Humphreys, 1967). Su digestibilidad y contenido de proteína es alto, se reporta como un

material con una pobre tolerancia a las heladas (Bashaw y Hignight, 1990), considera una de las variedades más tolerante a la salinidad.

Nueces

Es un híbrido apomíctico F1 desarrollado por la Estación Experimental de Agricultura de Texas y el USDA resultado de la cruce del clon sexual B-1s X un apomíctico rizomatoso del tipo azul. Tiene una buena producción de forraje, su follaje es verde azulado y las inflorescencias son largas de color marrón oscuro (Bashaw, 1980). Presenta rizomas vigorosos que le confieren una mayor tolerancia a heladas que las variedades Común y Higgins (Bashaw, 1980; Ayerza, 1981).

Metodología

Siembra de los Materiales

Los materiales se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades el día 10 de mayo del 2012 con semilla previamente desglumada. Se utilizaron 15 charolas y se sembraron dos materiales por charola dejando dos hileras libres entre materiales, se depositaron tres semillas por cavidad. Las charolas se colocaron en el invernadero número 8, donde se les dio la atención adecuada de riegos y fertilizaciones utilizando la fórmula 9-45-15 a una dosis de 2g/l de agua.

Durante el período que las plantas estuvieron en el invernadero se realizaron tres aplicaciones preventivas contra la mosca del mantillo. La primera aplicación se realizó el día 16 de mayo del 2012; el producto aplicado fue Imidacloprid®, cuyo ingrediente activo es: Imidacloprid: 1-(6 -cloro-3-piridin-3-imetil)-N-nitromidazolidin-2-ilidanimina al 0.5%. Se aplicaron 2 g de producto por charola. La segunda aplicación se realizó el día 11 de junio y la tercera el 5 de julio del 2012. El 29 de mayo del 2012 se llevó a cabo un aclareo de plántulas, dejando en cada cavidad solamente la planta con mejor desarrollo y vigor.

Trasplante

Se seleccionaron las mejores ocho plantas de cada material y se trasplantaron a macetas de plástico el día 12 de julio del 2012, se trasplantó una planta por maceta y se tuvo un total de 240 macetas. Como substrato se utilizó 1 L de grava y 3 L de “peat moss”. Las macetas se rotularon con el número de genotipo y parcela, se colocaron abatelenguas rotulados de la misma forma para tener un mejor control en la identificación de los materiales. La distribución de las macetas se presenta en el Cuadro 1.

Riegos

El riego en las macetas fue diario, se aplicó 1 L de agua por maceta. A partir del 20 de septiembre se aplicaron 2 L de agua a cada maceta debido a que la planta había incrementado la biomasa considerablemente y la cantidad de

Cuadro 1. Croquis de la distribución de las unidades experimentales. Saltillo, Coah. 2012.

Invernadero 8

Bloque II

240	239	238	237	236	235	234	233	232	231	230	229	228	227	226	225	224	223	222	221	220	219	218	217	216	215	214	213	212	211
30	13	21	1	28	22	4	7	26	2	6	20	19	15	16	5	14	3	25	18	29	8	12	10	23	9	11	24	27	17
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
25	14	26	27	12	30	1	5	17	13	18	29	4	19	10	20	11	24	22	6	23	3	2	21	7	15	28	16	8	9
180	179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	154	153	152	151
2	26	12	3	16	20	29	23	30	25	19	8	15	13	5	14	6	9	18	7	17	21	24	11	28	22	10	1	4	27
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
20	10	1	21	3	11	8	24	14	19	30	7	6	29	22	9	13	28	26	15	5	12	4	18	16	17	23	27	2	25

Bloque I

120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91
16	28	23	7	29	24	21	13	18	5	11	15	10	8	1	30	12	20	6	22	25	19	26	4	9	27	2	3	17	14
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
15	21	2	24	13	3	14	22	19	26	30	18	12	16	7	8	4	27	29	5	11	20	1	28	6	25	17	23	9	10
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
7	29	11	30	23	8	17	18	25	5	20	16	24	21	28	4	22	10	14	15	3	2	27	12	19	6	1	9	26	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Bodega de Pastos

agua que se utilizó en un inicio no fue suficiente para que la planta realizara de manera óptima sus funciones fisiológicas.

Fertilización

La primera fertilización en las macetas se realizó el día 23 de julio del 2012, se utilizó la fórmula 9-45-15 a razón de 2 g por litro de agua una vez por semana. El 9 de agosto del 2012 se comenzó a aplicar 20-20-20 + Micros dos veces por semana, se cambió de fertilizante ya que el medio en el cual se encontraban las plantas era estéril por lo que carecía de nutrientes. A partir del mes de octubre se comenzó a aplicar 20-30-10 dos veces por semana disolviendo 2g/l de agua y aplicando 2 L de la solución por maceta.

Diseño Experimental

Los 120 tratamientos (cuatro fechas por 30 genotipos) se distribuyeron bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de parcelas divididas donde las parcelas grandes fueron las fechas de corte (factor A) con cuatro niveles y las sub parcelas los genotipos (factor B) con 30 niveles, se usaron dos bloques para un total de 240 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo conformada por una maceta con una planta.

En cada evaluación se muestrearon al azar dos parcelas grandes (una de cada repetición), con una diferencia de tres semanas entre muestreos.

Fechas de evaluación	
1	24 y 25 de agosto
2	13 y 15 de septiembre
3	4 y 5 de octubre
4	25 y 28 de octubre

Variables Evaluadas

En cada muestreo se midieron las siguientes variables:

Número de Panículas por Planta

Se contaron las panículas de cada planta, se consideraron en el conteo las inflorescencias que estuvieran más de la mitad fuera de la hoja bandera. El conteo se realizó directamente en la planta antes de hacer el corte del follaje.

Altura de Planta

Se midió el tallo más alto de la planta desde la base hasta la punta de la panícula con un metro de madera y se registró en centímetros.

Número de Tallos por Planta

Después de medir la altura de la planta, y cortar el follaje, se contó el número de macollos por planta. Se consideró como macollo cuando el brote alcanzó una longitud de 5 cm. Después se depositaron en una bolsa de papel rotulada con el número de genotipo y repetición. En la bolsa se depositó también todo el follaje restante.

Peso Fresco de Forraje

Para obtener esta variable, se cortó, pesó y registró el follaje verde de cada genotipo. El corte se realizó al ras del sustrato, en el cuello de la raíz.

Peso Seco de Forraje

En el primer corte del 24 de agosto las muestras se secaron en una estufa a 65°C por 42 horas, hasta alcanzar peso constante, después se pesaron en una báscula; en los siguientes tres cortes las muestras se colocaron en un asoleadero a temperatura ambiente, se pesaron varias veces, hasta alcanzar peso constante.

Peso Fresco de Raíz

Un día antes de cada fecha de corte se suspendió el riego de las plantas seleccionadas para evaluación, con la finalidad de separar la raíz del medio de crecimiento con mayor facilidad y evitar pérdidas de biomasa en el proceso.

Para obtener el peso fresco de la raíz, se vació el medio de cada maceta (conteniendo la raíz de la planta) sobre un tamiz de poro fino y se desprendió el medio de la raíz con cuidado de no perder parte de ésta durante el proceso. Después la raíz se enjuagó en diferentes contenedores de agua con la finalidad de desprender todo el medio y que éste no influyera en su peso. Al momento de enjuagar la raíz, ésta se encontró siempre en un colador de poro fino para evitar que la raíz se desprendiera. Después de haber sido enjuagadas se retiró el exceso de humedad con papel secante y después se pesó en una balanza de precisión en los primeros dos cortes y en los últimos dos cortes, se pesó en una báscula de triple barra debido a la mayor cantidad de biomasa de las plantas; posteriormente las raíces se colocaron en bolsas de papel rotuladas con el número de genotipo y repetición. Las bolsas se perforaron para permitir un secado más rápido y uniforme.

Peso Seco de Raíz

Para determinar esta variable las raíces se metieron en la estufa de secado a 65°C hasta alcanzar peso constante en el primer corte, mientras que en los tres cortes restantes se colocaron las muestras en un asoleadero hasta obtener peso constante. Una vez que las muestras estuvieron secas se pesaron en una balanza en el primer corte y en una báscula en los siguientes tres cortes.

Peso Seco Total

Para determinar esta variable se sumó el peso seco del follaje y el peso seco de las raíces.

Análisis de Datos

Se realizaron análisis de varianza individuales por fechas para cada una de las variables, con 30 genotipos y dos repeticiones y para los casos en que se detectaron diferencias significativas se compararon las medias con la Prueba de Tukey con una probabilidad alfa (α) de cinco por ciento (0.05). Así mismo se realizaron análisis globales por parcelas divididas considerando las fechas de evaluación como factor A y los genotipos como factor B, con dos repeticiones. Estos análisis se realizaron con SAS versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de Tallos por Planta

El análisis de varianza para el número de tallos por planta se presenta en el Cuadro 2. Se puede observar que existen diferencias significativas entre fechas y diferencias altamente significativas entre los genotipos, pero no se detectaron diferencias significativas entre bloques ni en la interacción entre fechas por genotipos.

Cuadro 2. Análisis de varianza de número de tallos por planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	1	266.704	266.704	0.33 ^{NS}	10.13	34.12
Fechas	3	38555.812	12851.937	15.96*	9.28	29.46
Error a	3	2415.412	805.137			
Genotipos	29	66170.187	2281.730	9.91**	1.56	1.80
Fech*Gen	87	27103.062	311.529	1.35 ^{NS}	1.40	1.60
Error b	116	26714.383	230.296			
Total	239	161225.560				
					CV(a)=	36%
					CV(b)=	19%

NS= No significativo

La comparación de medias para las fechas de evaluación se presenta en el Cuadro 3 donde podemos observar que se forman tres grupos.

Cuadro 3. Comparación de medias de número de tallos por planta en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Fechas de evaluación	Tallos por planta (No.)			
4	94.45	a		
3	86.01	a	b	
2	73.21		b	c
1	61.06			c

La fecha cuatro presenta la media más alta con 94.45 tallos por planta con una marcada diferencia respecto a la fecha uno en la cual se observaron 61.06 tallos por planta, es decir que en el intervalo de tiempo entre la fecha uno y la cuatro (64 días) la planta desarrolló 33 tallos. Las fechas tres y cuatro son estadísticamente iguales formando el primer grupo, al igual que las fechas dos y tres que conforman el segundo grupo. Con respecto al índice de crecimiento desde la siembra hasta la primer fecha de evaluación, la planta generó 0.57 tallos/día; de la primera a la segunda evaluación la planta generó 0.58 tallos/día; de la segunda a la tercera evaluación 0.585 tallos/día y de la tercera a la cuarta evaluación 0.55 tallos/día.

La producción de tallos resultó de acuerdo a lo esperado aumentando en cada fecha de corte. Este patrón general estuvo determinado por las líneas experimentales que promediaron 61.80, 73.92, 89.05 y 97.80 tallos/planta para las fechas 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Las variedades comerciales no siguieron

el patrón esperado ya que la producción de tallos por planta fue menor en la fecha tres que en la fecha dos, siendo los promedios de 55.75, 67.75, 66.125 y 72.25.

La comparación de medias para los genotipos se presenta en el Cuadro 4. En la primera fecha de evaluación el genotipo 10 se comportó como el mayor productor de tallos con 94.5, mientras que el genotipo 17 produjo solo 39 tallos por planta, siendo el menor productor, para la segunda fecha de evaluación el genotipo dos fue el mayor productor con 110.5 tallos por planta, mientras que los genotipos 4 y 13 fueron los de menor producción con 55.5 tallos por planta. En la fecha tres el genotipo más productor fue el ocho con 166.5 tallos por planta, mientras que la variedad comercial Biloela ocupó el último lugar con 52.5 tallos por planta, existiendo una diferencia entre ellos de 114 tallos por planta, es decir el genotipo ocho produjo 3.17 veces más tallos que Biloela.

En la fecha cuatro el genotipo dos fue el mayor productor con 171 tallos por planta, rebasando la media con 76.6 tallos. Las cuatro variedades comerciales resultaron estadísticamente iguales, obteniendo el número más alto Común que produjo 89 tallos por planta, y la variedad Nueces fue la de menor producción con 59.5 siendo la diferencia de 29.5 tallos, las cuatro variedades comerciales produjeron en promedio 72.25 tallos por planta y fueron estadísticamente iguales al genotipo 27 que fue el menor productor con 59 tallos, existiendo una diferencia entre éste y Nueces de 0.5 tallos.

Cuadro 4. Comparación de medias de número de tallos por planta en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipo	Tallos por planta (No.)							
	Fechas de evaluación							
	1		2		3		4	
10	94.5	a	85.0	99.0	abc	123.0	abcd	
2	81.0	ab	110.5	144.0	ab	171.0	a	
5	80.0	ab	65.5	97.0	abc	92.0	bcde	
8	80.0	ab	104.0	166.5	a	107.0	bcde	
(M3)30	79.5	ab	91.5	82.0	abc	125.5	abc	
3	76.5	ab	72.0	105.0	abc	135.5	ab	
(M7)28	76.0	ab	68.0	94.5	abc	93.0	bcde	
12	74.0	ab	84.5	98.0	abc	109.0	bcde	
(C) 24	70.5	ab	68.5	94.5	abc	89.0	bcde	
16	70.0	ab	85.5	112.0	abc	95.5	bcde	
18	66.5	ab	65.5	85.5	abc	96.5	bcde	
11	63.5	ab	74.0	77.5	abc	96.0	bcde	
1	61.5	ab	66.0	92.5	abc	88.0	bcde	
21	59.5	ab	77.5	91.0	abc	96.0	bcde	
19	56.5	ab	66.0	73.0	bc	76.5	cde	
6	56.0	ab	94.5	88.5	abc	112.0	bcde	
(N) 26	54.5	ab	62.5	60.5	bc	59.5	e	
7	54.0	ab	76.5	94.5	abc	119.0	abcd	
20	53.0	ab	76.0	58.0	bc	90.0	bcde	
9	52.5	ab	62.0	68.5	bc	80.0	cde	
13	52.5	ab	55.5	80.5	abc	77.0	cde	
(B) 25	51.0	ab	60.0	52.5	c	69.0	de	
14	50.0	ab	69.5	99.0	abc	91.5	bcde	
(M2)29	50.0	ab	65.5	73.5	bc	91.0	bcde	
22	49.5	ab	60.0	81.0	abc	63.0	e	
4	48.5	ab	55.5	63.5	bc	62.0	e	
(P) 23	47.0	ab	80.0	57.0	bc	71.5	cde	
15	44.5	b	69.5	64.0	bc	96.5	bcde	
(M5)27	40.5	b	59.0	53.5	c	59.0	e	
17	39.0	b	64.5	74.0	bc	99.0	bcde	
X	61.0		73.1	86.0		94.4		

P= Pecos, B= Biloela, N= Nueces y C= Común

La producción de tallos por planta es uno de los componentes más importantes para determinar el rendimiento de un pasto forrajero como lo es el buffel. Los genotipos con 100 o más tallos podrían ser seleccionados para producción de forraje o biomasa.

Altura de Planta

El análisis de varianza para altura de planta se presenta en el Cuadro 5, en el cual se puede observar que existen diferencias altamente significativas entre fechas y entre genotipos, así mismo se presenta interacción entre las fechas y los genotipos, y no se detectaron diferencias significativas entre bloques.

Cuadro 5. Análisis de varianza de altura de planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	1	238.004	238.004	8.10 ^{NS}	10.13	34.12
Fechas	3	76990.858	25663.619	874.02 ^{**}	9.28	29.46
Error a	3	88.087	29.362			
Genotipos	29	6610.058	227.933	7.51 ^{**}	1.56	1.80
Fech*Gen	87	4423.016	50.839	1.67 ^{**}	1.40	1.60
Error b	116	3522.908	30.369			
Total	239	91872.931				
					CV(a)=	6.5%
					CV(b)=	6.6%

NS= No significativo

La comparación de medias para las fechas se presenta en el Cuadro 6 en el que se puede observar que se formaron tres grupos de medias.

Cuadro 6. Comparación de medias de altura de planta en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Fechas de evaluación	Altura de planta (cm)			
4	96.750	a		
3	92.333		b	
2	89.841		b	
1	52.008			c

Es de esperarse que la fecha 4 presente la media más alta que corresponde a 96.75 cm, la media de la fecha 3 tiene un valor de 92.333 cm, la fecha 2 presenta una media de 89.841cm, siendo estas dos últimas estadísticamente iguales según la prueba DMS ($\alpha=0.05$), mientras que la media correspondiente a la fecha 1 tiene un valor de 52 cm. Existe una diferencia entre la fecha 1 y la fecha 4 de 44.742 cm lo que nos indica que en el intervalo de tiempo de la fecha 1 a la fecha 4 (64 días) la planta casi duplicó su altura. Como es de esperarse la fecha cuatro sería la más indicada para realizar un corte debido a que la planta presenta una mayor altura que en cualquier otra fecha, sin embargo es importante mencionar que la diferencia entre la media de la fecha cuatro y la tres es de 4.4 cm, por lo tanto la mejor fecha de corte va de acuerdo al criterio y necesidades de cada productor. El crecimiento de las plantas de la fecha uno a la dos (1.89 cm/día) fue 17 veces más que de la fecha dos a la tres (0.11 cm/día).

La comparación de medias para los genotipos en cada fecha de corte se muestra en el Cuadro 7. En la fecha uno el genotipo que presentó mayor altura fue el siete con 65.5 cm, rebasando la media (52 cm) con 13.5 cm, mientras que el genotipo 17 presentó una altura de 38.75 cm lo cual lo coloca por debajo de la media con 13 cm. Para la fecha dos el genotipo cuatro presenta una altura de 106 cm rebasando la media con 16 cm y el genotipo 28 presenta la altura más baja con 78.5 cm, existiendo una diferencia con respecto al genotipo cuatro de 27.5 cm. En la fecha tres el genotipo 29 presenta la mayor altura con 103 cm colocándose por encima de la media con 10.7 cm, el genotipo dos presenta la menor altura con 79.5 cm.

Para la fecha cuatro el genotipo más sobresaliente fue el cuatro con 114 cm, mientras que el genotipo de menor altura fue el 30 con 77.5 cm, existiendo una diferencia entre ellos de 36.5 cm. La altura promedio para las cuatro variedades comerciales fue de 98.8 cm, siendo estadísticamente iguales a otros nueve genotipos cuya altura promedio es de 104.72, cabe destacar que el genotipo cuatro rebasa la altura de las variedades comerciales por 15.2 cm. El genotipo cuatro se mantuvo dentro de los genotipos más altos a través de las cuatro fechas de evaluación. Los resultados muestran que es posible desarrollar por selección variedades con mejor porte lo cual es también componente importante del rendimiento de biomasa.

Cuadro 7. Comparación de medias de altura de planta en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipo	Altura de planta (cm)							
	Fechas de evaluación							
	1		2		3		4	
7	65.50	a	84.0	abcd	96.5		100.5	abcde
(N) 26	63.00	ab	98.8	abcd	94.0		95.5	abcdef
21	61.00	abc	87.5	abcd	80.5		90.5	bcdef
9	60.00	abc	91.5	abcd	93.0		97.5	abcdef
1	58.50	abc	91.5	abcd	97.0		88.5	cdef
3	58.50	abc	90.5	abcd	92.5		95.5	abcdef
(M2)29	58.50	abc	101.0	abc	103.0		105.5	abcd
22	58.00	abc	103.5	ab	96.0		99.5	abcde
5	56.00	abc	86.5	abcd	94.5		96.0	abcdef
4	54.00	abc	106.0	a	101.5		114.0	a
6	54.00	abc	91.5	abcd	92.0		99.0	abcde
10	53.50	abc	82.5	bcd	93.5		90.0	bcdef
11	53.50	abc	98.5	abcd	100.0		108.5	abc
8	53.00	abc	87.5	abcd	85.0		94.5	abcdef
16	52.75	abc	81.5	bcd	80.0		85.5	def
19	52.00	abc	92.5	abcd	98.0		96.0	abcdef
2	51.00	abc	84.0	abcd	79.5		83.0	ef
(P) 23	51.00	abc	89.0	abcd	98.5		99.5	abcde
(M5)27	51.00	abc	94.5	abcd	98.5		109.5	ab
12	49.50	abc	89.5	abcd	91.5		98.5	abcde
18	48.50	abc	85.5	abcd	92.0		95.5	abcdef
(M3)30	48.50	abc	81.0	cd	82.5		77.5	f
14	48.00	abc	91.5	abcd	90.0		104.0	abcd
(B) 25	47.25	abc	88.5	abcd	94.0		101.5	abcde
15	47.00	abc	90.0	abcd	94.5		102.0	abcde
13	44.00	abc	86.5	abcd	94.0		98.0	abcde
(C) 24	43.00	abc	90.0	abcd	95.5		99.0	abcde
20	40.50	bc	80.5	cd	89.0		89.5	bcdef
(M7)28	40.50	bc	78.5	d	84.0		97.0	abcdef
17	38.75	c	90.0	abcd	89.5		91.5	bcdef
X	52.00		89.8		92.3		96.7	

Número de Panículas por Planta

El análisis de varianza para número de panículas por planta se presenta en el Cuadro 8. El análisis indica que existen diferencias altamente significativas para fechas y genotipos, además de que se presenta interacción significativa entre éstas, no hubo diferencias significativas entre bloques.

Cuadro 8. Análisis de varianza de número de panículas por planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	1	774.004	774.004	1.14 ^{NS}	10.13	34.12
Fechas	3	919601.812	306533.937	455.23 ^{**}	9.28	29.46
Error a	3	2020.079	673.359			
Genotipos	29	159156.120	5488.142	7.48 ^{**}	1.56	1.80
Fech*Gen	87	100790.562	1158.512	1.58 [*]	1.40	1.60
Error b	116	85073.417	733.392			
Total	239	1267415.995				
					CV(a)=	29.9%
					CV(b)=	31.2%

NS= No significativo

La comparación de medias para fechas se presenta en el Cuadro 9, en el cual se observa que se formaron cuatro grupos de medias, es decir la media de cada fecha pertenece a un grupo diferente. La media más alta la presenta la fecha cuatro con 168.767 panículas por planta, en la fecha tres la media es de 117.467 panículas, la media para la fecha dos es de 55.117 existiendo una diferencia entre éstas últimas de 62.35 panículas, la fecha uno presenta una media de 5.167 con una diferencia entre la fecha uno y cuatro de 163.6 panículas por planta, es decir que entre la fecha uno y la cuatro el número de panículas por planta

incrementó hasta 32 veces, es de esperarse que suceda esto debido al crecimiento y desarrollo fenológico de las plantas.

Cuadro 9. Comparación de medias de número de panículas por planta en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Fechas de evaluación	Panículas por planta (No.)				
4	168.767	a			
3	117.467		b		
2	55.117			c	
1	5.167				d

La comparación de medias para genotipos se presenta en el Cuadro 10. En la primera fecha de evaluación el genotipo cuatro solo presentó una panícula por planta, mientras que el genotipo 30 produjo 12.5 panículas por planta seguido del genotipo ocho con 11 panículas. Para la fecha dos el genotipo que presentó un mayor número de panículas fue nuevamente el genotipo 30 con 113, mientras que el genotipo 28 presenta el número de panículas más bajo con 24.5, existiendo una diferencia de 89 panículas. Para la fecha tres el genotipo 10 presenta el mayor número de panículas con 205, siendo estadísticamente igual al genotipo 30, el genotipo cuatro presenta el menor número de panículas con 62 y en la fecha cuatro el genotipo que presenta una mayor producción de panículas es nuevamente el 10 con 305 panículas por planta, mientras que el genotipo 20 se encuentra como el menos productor de panículas con 99, existiendo una diferencia entre el menor y el mayor productor de 206 panículas.

Cuadro 10. Comparación de medias de número de panículas por planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipo	Panículas por planta (No.)							
	Fechas de evaluación							
	1	2	3	4	1	2	3	4
(M3)30	12.5	113.0 a	192.0 ab	285.0 ab				
8	11.0	99.0 ab	158.5 abc	216.0 abc				
5	10.5	68.5 ab	180.0 abc	235.0 abc				
3	7.5	75.0 ab	131.5 abc	197.0 abc				
7	7.5	90.5 ab	146.5 abc	188.0 abc				
10	7.5	94.0 ab	205.0 a	305.0 a				
21	7.0	72.5 ab	128.0 abc	147.0 abc				
2	6.5	72.0 ab	157.0 abc	149.5 abc				
(M7)28	6.5	24.5 b	115.0 abc	175.0 abc				
12	6.0	45.5 ab	81.0 abc	117.0 bc				
16	6.0	67.5 ab	187.0 abc	186.5 abc				
9	5.5	52.0 ab	89.5 abc	151.0 abc				
18	5.5	44.5 ab	103.5 abc	150.0 abc				
(N) 26	5.5	43.5 ab	113.0 abc	102.5 c				
(B) 25	5.0	53.5 ab	92.5 abc	131.5 abc				
1	4.5	40.0 ab	92.5 abc	161.0 abc				
13	4.5	32.0 b	84.5 abc	151.0 abc				
22	4.5	39.5 ab	93.5 abc	164.5 abc				
(C) 24	4.0	33.0 b	101.5 abc	122.5 bc				
6	3.5	61.5 ab	114.5 abc	166.5 abc				
14	3.5	47.5 ab	135.5 abc	201.0 abc				
(P) 23	3.5	47.0 ab	80.5 abc	105.5 c				
(M2) 29	3.5	55.5 ab	127.0 abc	204.5 abc				
19	3.0	41.0 ab	87.0 abc	146.0 abc				
11	2.5	60.5 ab	147.5 abc	202.0 abc				
15	2.0	41.5 ab	77.5 bc	202.0 abc				
(M5) 27	2.0	43.5 ab	95.0 abc	128.5 abc				
17	1.5	29.5 b	78.5 bc	139.5 abc				
20	1.5	34.5 b	67.0 bc	99.0 c				
4	1.0	31.5 b	62.0 c	133.0 abc				
X	5.1	55.1	117.4	168.7				

P= Pecos, B= Biloela, N= Nueces y C= Común

Las variedades comerciales fueron estadísticamente iguales en todas las fechas de corte y promediaron 4.50, 44.25, 96.87 y 115.50 panículas por planta de la fecha uno a la cuatro, respectivamente. Los promedios de las líneas experimentales fueron superiores alcanzando valores de 5.19, 56.76, 120.55, y 176.88 panículas por planta para las fechas 1, 2, 3, y 4 respectivamente. En las cuatro fechas los híbridos produjeron 15.3, 28.2, 24.4 y 53.1 % más panículas que las variedades comerciales. En la cuarta fecha la diferencia entre variedades e híbridos fue de 61 panículas por planta a favor de los híbridos.

En la fecha cuatro, la diferencia de 190 panículas entre el mejor híbrido y el promedio (115.5) de las variedades comerciales equivale a 164% más producción de panículas por planta. Once híbridos tuvieron producciones por encima de la media (168.7) en la cuarta fecha por lo cual serán seleccionados para mayores pruebas.

Peso Fresco de Raíz

El análisis de varianza para peso fresco de raíz se presenta en el Cuadro 11 donde se observa que existen diferencias altamente significativas para fechas y genotipos, así como para la interacción entre éstos dos factores.

La prueba de medias correspondiente a las fechas se muestra en el Cuadro 12. Se formaron cuatro grupos de medias, uno correspondiente a cada fecha. En este cuadro se aprecia el incremento de biomasa radicular en las plantas a través del tiempo desde la fecha uno con una media de 32.467 gramos hasta la fecha 4 con 188.723 gramos.

Cuadro 11. Análisis de varianza de peso fresco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

FV	GL	SC	CM	FC	Fa	
					0.05	0.01
Bloques	1	2711.520	2711.520	2.03 ^{NS}	10.13	34.12
Fechas	3	780849.928	260283.309	195.45 ^{**}	9.28	29.46
Error a	3	3995.087	1331.695			
Genotipos	29	103512.401	3569.393	6.28 ^{**}	1.56	1.80
Fech*Gen	87	81726.570	939.385	1.65 ^{**}	1.40	1.60
Error b	116	65925.467	568.323			
Total	239	1038720.973				
					CV(a=	36.4%
					CV(b=	23.8%

NS= No significativo

Cuadro 12. Comparación de medias de peso fresco de raíz en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Fechas de evaluación	Peso fresco de raíz g/planta				
	4	188.723	a		
3	103.033		b		
2	76.075			c	
1	32.467				d

Desde la fecha uno hasta la fecha 4 hubo un incremento en el peso de la raíz de 156.256 gramos (481%), el mayor aumento en peso se observó en el intervalo de tiempo de la fecha 1 a la fecha 2 ya que se duplicó (134%), también se observó un aumento de 85.69 gramos (83%) de la fecha 3 a la 4, mientras que

el menor incremento de peso se observó en el intervalo de tiempo de la fecha 2 a la 3 con 26.958 gramos (35%).

Los valores promedio de producción de biomasa radicular fresca de los genotipos se presentan en el Cuadro 13. En la fecha uno el genotipo 27 fue el más sobresaliente con 48.9 gramos para el peso fresco de raíz, mientras que el genotipo 30 fue el que mostró el peso fresco de raíz más bajo con 13.65 gramos. Para la fecha dos el genotipo 24 (Común) fue el de mayor producción con 130.65 gramos y el genotipo 12 presentó el peso fresco de raíz más bajo con 50 gramos.

En la fecha tres el genotipo 24 (Común) encabezó la producción con 158 gramos y el genotipo 10 presenta el peso fresco de raíz más bajo con 72.15 gramos. En la fecha cuatro el genotipo 27 fue el mejor con 318.45 gramos y produjo 9% (26.3 g) más que Común, el genotipo que presentó el peso más bajo fue el 30 con 93.45 gramos. De los nuevos materiales, 24 fueron superiores a Nueces, 17 a Biloela, 7 a Pecos y uno a Común. Proyectados estos valores a 40,000 plantas por ha, los rendimientos correspondientes serían de 12738, 11686, 8168, 6516 y 5480 kg/ha de biomasa radicular para la línea 27, Común, Pecos, Biloela y Nueces respectivamente.

Con excepción de la línea 14 y la variedad Biloela, todos los materiales incrementaron la producción de biomasa radicular en cada fecha de corte con respecto a la fecha anterior. La línea 14 y Biloela produjeron menos biomasa radicular en la tercera fecha de corte que en la segunda y con ello fueron los

Cuadro 13. Comparación de medias de peso fresco de raíz en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipo	Peso fresco de raíz (g)			
	Fechas de evaluación			
	1	2	3	4
(M5)27	48.90 a	97.20	131.40	318.45 a
(C) 24	45.70 ab	130.65	158.10	292.15 ab
10	43.85 abc	61.25	72.15	190.50 abcd
4	42.45 abcd	83.70	138.50	204.45 abcd
2	41.15 abcd	102.40	155.70	211.95 abcd
18	40.55 abcde	84.65	130.70	270.35 abc
16	38.25 abcdef	72.70	99.40	157.65 bcd
(M2)29	37.85 abcdef	77.65	109.80	173.60 abcd
5	36.00 abcdef	82.05	122.35	223.95 abcd
19	35.60 abcdef	76.90	106.50	154.55 bcd
22	35.55 abcdef	64.50	109.90	157.85 bcd
8	35.20 abcdef	78.45	93.60	221.20 abcd
21	34.85 abcdef	83.25	94.05	176.35 abcd
11	34.15 abcdef	71.65	80.15	144.65 bcd
9	33.85 abcdef	71.60	77.30	161.45 bcd
1	32.45 abcdef	84.45	103.85	198.10 abcd
17	31.80 abcdef	87.55	102.80	200.50 abcd
7	30.90 abcdef	63.95	79.60	155.75 bcd
(N) 26	30.60 abcdef	67.65	98.20	135.70 cd
13	30.45 abcdef	50.70	121.35	233.45 abcd
20	30.20 abcdef	57.65	79.20	159.00 bcd
(P) 23	29.15 abcdef	78.95	134.80	204.20 abcd
14	28.90 abcdef	87.55	84.15	175.50 abcd
(M7)28	27.50 abcdef	73.85	78.80	201.35 abcd
15	26.90 abcdef	80.45	117.25	178.95 abcd
3	22.35 bcdef	59.50	86.70	196.95 abcd
12	20.70 cdef	50.05	92.35	124.00 cd
(B) 25	18.15 def	82.65	72.55	162.90 bcd
6	16.40 ef	64.35	83.55	182.80 abcd
(M3)30	13.65 f	54.35	76.25	93.45 d
X g/p	32.46	76.07	103.03	188.72
X kg/ha	1,298.40	3,042.80	4,121.20	7,548.80

P= Pecos, B= Biloela, N= Nueces y C= Común

materiales que más contribuyeron a la significancia que resultó para la interacción entre los factores estudiados.

Peso Seco de Raíz

Ésta es la característica más importante para determinar la capacidad que un genotipo tiene para secuestrar CO₂ atmosférico, ya que la raíz es la parte de la planta que se incorpora al suelo.

Los resultados del análisis de varianza para la variable peso seco de raíz se presentan en el Cuadro 14, donde se observan valores de F que indican diferencias altamente significativas entre fechas, entre genotipos, así como también una interacción altamente significativa.

Cuadro 14. Análisis de varianza de peso seco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	1	174.762	174.762	2.07 ^{NS}	10.13	34.12
Fechas	3	49453.134	16484.378	195.25 ^{**}	9.28	29.46
Error a	3	253.275	84.425			
Genotipos	29	6145.573	211.916	6.91 ^{**}	1.56	1.80
Fech*Gen	87	5405.195	62.128	2.03 ^{**}	1.40	1.60
Error b	116	3558.562	30.677			
Total	239	64990.501				
					CV(a)=	38.86%
					CV(b)=	23.42%

NS= No significativo

Los resultados de la comparación de medias para las fechas, realizada con el método de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) se presentan en el Cuadro 15. En el intervalo de tiempo entre la fecha 1 y 2, el peso de la raíz se incrementó 2.5 veces, mientras que de la fecha 2 a la 3 y de la 3 a la 4 se incrementó 1.6 veces, lo que nos indica que el período de tiempo con mayor crecimiento de la raíz fue de la fecha 1 a la 2; sin embargo la fecha de corte más recomendable es la 4 cuando la planta ha alcanzado su completa madurez y por lo tanto una mayor producción de biomasa radicular y mayor captura de CO₂.

Cuadro 15. Comparación de medias de peso seco de raíz en gramos por planta en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Fechas de evaluación	Peso seco de raíz (g/planta)				
4	45.002	a			
3	27.050		b		
2	16.238			c	
1	6.277				d

En el Cuadro 16 se muestran las comparaciones de medias para los genotipos realizadas en cada fecha de evaluación de acuerdo a la prueba de Tuckey ($\alpha=0.05$). En el primer corte hubo diferencias significativas entre los siete materiales más productores y los tres con más baja producción de biomasa radicular en peso seco.

Cuadro 16. Comparación de medias de peso seco de raíz (g/planta) en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipo	Peso seco de raíz (g)			
	Fechas de evaluación			
	1	2	3	4
(C) 24	8.35 a	22.80	42.70 ab	67.45 ab
4	8.10 a	17.05	32.85 abc	49.90 abcde
1	8.00 a	10.15	31.60 abc	58.60 abcd
10	8.00 a	15.10	26.85 abc	54.25 abcd
5	7.85 a	17.20	35.25 abc	53.05 abcd
(M5)27	7.85 a	20.95	36.70 abc	75.55 a
2	7.80 a	20.45	43.00 a	51.90 abcd
16	7.30 ab	15.90	25.80 abc	35.70 cde
8	7.25 ab	17.75	25.15 abc	53.30 abcd
22	7.10 ab	15.00	29.45 abc	37.55 cde
19	6.85 ab	17.80	23.80 abc	32.20 cde
18	6.75 ab	17.85	33.20 abc	61.20 abc
21	6.75 ab	14.95	25.55 abc	40.15 bcde
9	6.70 ab	16.15	19.95 c	43.80 bcde
(M2)29	6.55 ab	17.75	29.80 abc	41.40 bcde
7	6.50 ab	16.20	21.50 c	37.65 cde
(N) 26	6.15 ab	12.60	20.45 c	30.50 de
15	6.10 ab	17.25	31.95 abc	47.70 abcde
(P) 23	6.05 ab	15.90	32.55 abc	45.45 bcde
17	5.70 ab	17.40	30.55 abc	47.45 abcde
14	5.55 ab	17.75	21.40 c	38.95 bcde
(M7)28	5.55 ab	14.85	18.15 c	45.00 bcde
11	5.25 ab	16.65	20.25 c	32.75 cde
20	5.15 ab	10.35	19.90 c	33.35 cde
13	5.00 ab	11.55	26.80 abc	54.45 abcd
3	4.75 ab	14.45	22.30 bc	47.10 abcde
12	4.45 ab	11.45	23.55 abc	27.15 e
6	3.75 b	14.70	22.70 abc	47.15 abcde
(B) 25	3.65 b	16.65	19.30 c	37.15 cde
(M3)30	3.50 b	12.55	18.50 c	22.25 e
X g/p	6.27	16.23	27.05	45.00
X kg/ha	250.80	649.20	1082.00	1800.00

P= Pecos, B= Biloela, N= Nueces y C= Común

Después del trasplante la variedad Común produjo la mayor cantidad de raíces, lo cual explica la mayor capacidad de establecimiento que tiene esta variedad en comparación a otras especies.

En la fecha cuatro, las variedades comerciales tuvieron una media de 45.13 g/planta de biomasa radicular y un rango de 30.5 a 67.45 gramos establecido por Nueces y Común respectivamente. Para las 26 líneas experimentales el rango fue de 22.25 a 75.55 con una media de 44.98 gramos, prácticamente igual a la de las variedades comerciales. Sin embargo, 24 líneas experimentales superaron a Nueces, 20 a Biloela y 13 a Pecos. La línea experimental 27 fue la de mayor producción de raíces superando en 12% a la variedad Común que fue el segundo material más productor. Los resultados muestran que hay líneas que pueden secuestrar más carbono que Nueces, Biloela y Pecos y que igualan la capacidad de Común con la diferencia que son resistentes al tizón del zacate buffel, enfermedad que ataca fuertemente a Común afectando severamente la calidad del forraje (Rodríguez *et al.*, 1999). Si en una hectárea se establecieran 40,000 plantas, se esperaría que la línea 27 incorporara al suelo 3.00 toneladas de biomasa radicular contra 1.22 de Nueces, 1.48 de Biloela y 1.81 de Pecos.

Los datos muestran que todos los genotipos incrementaron su producción de material radicular en cada fecha de corte con respecto al corte anterior, lo cual explica la interacción débil apenas significativa que ocurrió, de acuerdo al ANVA del Cuadro 14. Hay 14 líneas de las cuales se puede esperar capturen tanto o más CO₂ que la variedad Pecos. Es muy probable que Común pueda ser

superada por más líneas experimentales las cuales pudieron verse desfavorecidas en la producción de raíces por el tamaño reducido de las macetas utilizadas.

Peso Fresco de Forraje

El análisis de varianza para la variable peso fresco de forraje se presenta en el Cuadro 17. Se observan diferencias altamente significativas para las fechas y para los genotipos, mientras que la interacción fecha por genotipos fue solo significativa.

Cuadro 17. Análisis de varianza de peso fresco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	1	268.394	268.394	0.021 ^{NS}	10.13	34.12
Fechas	3	3191846.264	1063948.760	84.750 ^{**}	9.28	29.46
Error a	3	37661.835	12553.945			
Genotipos	29	202489.364	6982.392	6.280 ^{**}	1.56	1.80
Fech*Gen	87	135748.261	1560.325	1.403 [*]	1.40	1.60
Error b	116	128969.402	1111.805			
Total	239	3696983.520				
					CV(a)=	40.20%
					CV(b)=	11.96%

NS= No significativo

En el Cuadro 18 se muestra la comparación de medias para las fechas donde se puede observar que se formaron tres grupos de medias, el primer grupo corresponde a la fecha cuatro cuya media es de 417.33 gramos, el segundo grupo corresponde a las fechas dos y tres con 286.50 y 313.02 gramos respectivamente, el tercer grupo corresponde a la fecha uno con 97.76 gramos.

Cuadro 18. Comparación de medias de peso fresco de forraje en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Fechas de evaluación	Forraje fresco (g/planta)			
4	417.33	a		
3	313.02		b	
2	286.50		b	
1	97.76			c

Estos resultados nos indican que en el intervalo de tiempo de la fecha uno a la dos se presenta un mayor crecimiento vegetativo de la planta ya que su peso casi se triplica, mientras que el crecimiento de la fecha dos a la tres es mínimo. Existe una diferencia entre la media de la fecha uno con la media de la fecha cuatro de 319.57 gramos, es decir el peso del forraje fresco de la planta aumentó 4.26 veces.

Las comparaciones de medias para los genotipos para las diferentes fechas de evaluación se presentan en el Cuadro 19. Solamente en la fecha uno se encontraron diferencias significativas entre los genotipos. Las variedades comerciales fueron estadísticamente iguales aún en la primera fecha, por lo tanto la significancia en esta fecha fue debida a las líneas experimentales. En los cuatro cortes los valores extremos ocurrieron en las líneas experimentales y los porcentajes de mayor producción de las mejores líneas sobre líneas menos productoras fueron de 83.0, 74.6, 70.2, y 72.5 para las fechas 1, 2, 3, y 4, respectivamente.

Cuadro 19. Comparación de medias de peso fresco de forraje en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipo	Peso fresco de forraje (g)				
	Fechas de evaluación				
	1		2	3	4
4	137.75	a	355.00	351.50	467.5
1	119.80	ab	310.00	315.50	415.0
3	119.00	ab	357.50	373.10	460.0
8	118.40	ab	319.75	357.65	435.0
7	115.70	ab	287.50	364.00	495.0
10	109.70	ab	284.50	317.45	500.0
5	108.80	ab	296.20	347.75	412.5
18	108.35	ab	280.00	351.35	410.0
(N) 26	107.75	ab	275.00	332.45	370.0
(M2)29	106.60	ab	298.95	354.75	490.0
2	102.20	ab	307.00	390.75	535.0
9	99.85	ab	272.50	286.60	412.5
12	99.55	ab	295.00	355.50	412.5
(M5)27	99.00	ab	312.50	280.50	437.5
22	98.10	ab	263.00	258.00	380.0
11	96.80	ab	305.95	276.90	472.5
(C) 24	94.85	ab	292.50	315.00	380.0
19	93.25	ab	242.50	266.00	350.0
16	91.90	ab	280.75	300.20	340.0
14	91.30	ab	270.65	303.40	412.5
(M7)28	90.15	ab	289.50	280.40	365.0
20	85.55	b	204.75	229.50	367.5
17	84.75	b	295.00	290.75	415.0
21	84.50	b	240.15	242.10	310.0
13	83.65	b	227.50	314.50	405.0
(B) 25	78.30	b	316.90	303.00	490.0
(M3)30	77.55	b	298.45	330.10	397.5
15	77.50	b	263.00	289.25	450.0
(P) 23	76.95	b	260.00	291.60	350.0
6	75.20	b	293.00	320.90	382.5
X g/p	97.75		286.20	313.01	417.3
X kg/ha	3,910.00		11,448.00	12,520.40	16,692.0

P= Pecos, B= Biloela, N= Nueces y C= Común

Las líneas que superaron el promedio de las variedades comerciales en cada corte, fueron 19, 15, 14 y 18 por lo cual es posible derivar del grupo élite probado, variedades más productoras de forraje verde que las variedades comerciales utilizadas en la comparación. De acuerdo a los datos de la fecha cuatro, se calculó que la línea dos superaría en 5.5 ton/ha el promedio de las variedades comerciales ya que los valores obtenidos fueron de 21.4 y 15.9 ton/ha, respectivamente con base en una población de 40,000 plantas por ha.

Peso Seco de Forraje

El análisis de varianza para la producción de forraje en peso seco se presenta en el Cuadro 20 donde se observan valores de F que indican diferencias altamente significativas entre fechas, entre genotipos y falta de consistencia de los genotipos en las distintas fechas (interacción altamente significativa).

Cuadro 20. Análisis de varianza de peso seco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	1	3750.132	3750.320	2.68 ^{NS}	10.13	34.12
Fechas	3	528785.361	176261.787	126.20 ^{**}	9.28	29.46
Error a	3	4189.956	1396.652			
Genotipos	29	32863.625	1133.228	8.24 ^{**}	1.56	1.80
Fech*Gen	87	22237.032	255.598	1.86 ^{**}	1.40	1.60
Error b	116	15947.156	137.475			
Total	239	607773.262				
					CV(a)=	43%
					CV(b)=	13%

NS= No significativo

La comparación de medias para las fechas se presenta en el Cuadro 21. La media de cada fecha corresponde a un grupo diferente, la media de la fecha 4 es de 143.833 gramos existiendo una diferencia con la fecha 1 de 124.69 gramos, es decir el peso seco de las plantas se incrementó 7.5 veces en dicho intervalo de tiempo.

Cuadro 21. Comparación de medias de peso seco de forraje (g/planta) en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Fechas de evaluación	Forraje seco g/planta				
4	143.833	a			
3	113.667		b		
2	70.650			c	
1	19.142				d

El mayor incremento en el peso seco de las plantas ocurrió de la fecha 1 a la 2 lo que concuerda con el aumento de peso fresco de forraje. Para la fecha 2 el peso se incrementó 3.6 veces con respecto a la fecha 1, en tanto que el aumento de peso de la fecha 3 a la 4 fue de solo 30.166 gramos por planta. La fecha más apropiada para realizar el corte es la fecha 4, si proyectamos estos resultados a rendimiento por hectárea la media de la fecha 3, se obtendrían aproximadamente 4,546 kilogramos de forraje seco y para la fecha 4 se obtendrían 5,753 kilogramos, existiendo una diferencia de 1,207 kilogramos de una fecha a otra. Estos rendimientos están basados en la media de los 30 genotipos, sin embargo 15 genotipos se encuentran por encima de la media, para

la fecha 4 el genotipo 2 produjo 182 gramos por planta que proyectado a hectárea, este genotipo produciría 7,280 kilogramos de forraje seco.

En el Cuadro 22 se presentan las comparaciones de medias de los genotipos en cada fecha de corte. Para las variedades comerciales dentro de cada fecha, es posible hacer seis comparaciones entre sus medias de producción de forraje seco por planta y un total de 24 comparaciones en las cuatro fechas de corte. Solo la comparación entre Biloela y Nueces en la fecha cuatro resultó significativa. Por ello para comparaciones de genotipos experimentales con variedades comerciales, se utilizó el promedio de éstas. En orden cronológico la producción media en gramos/planta de las variedades comerciales fue de 16.87, 67.88, 113.00 y 127.62 gramos de biomasa aérea peso seco.

La producción promedio de las variedades comerciales fue superada por la de las líneas experimentales en todas las fechas. En la primer fecha las líneas que superaron a las variedades comerciales fueron 19, en la fecha dos 17, en la tres 14 y en la última 21. De las 19 líneas que superan a las variedades comerciales de la primera fecha, 15 también las superaron en la segunda fecha, 13 fueron superiores también en la fecha tercera y 16 en la cuarta fecha. La superioridad de las líneas experimentales fue mayor en la última fecha, en la cual la variedad Común en particular fue superada por 15 de las 26 líneas experimentales.

Cuadro 22. Comparación de medias de peso seco de forraje (g/planta) en 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipo	Peso seco de forraje (g)							
	Fechas de evaluación							
	1		2		3		4	
1	27.50	a	87.15	a	130.5	172.0	abc	
7	27.25	ab	82.00	ab	133.0	172.0	abc	
4	26.15	abc	85.15	a	128.0	172.0	abc	
5	23.25	abcd	71.35	ab	115.5	137.0	abcde	
8	22.60	abcd	76.40	ab	123.0	167.0	abcd	
3	22.40	abcd	90.80	a	128.0	167.0	abcd	
(M2)29	21.85	abcd	80.05	ab	135.5	167.0	abcd	
10	21.40	abcd	70.30	ab	138.0	177.0	ab	
(N) 26	21.00	abcd	62.55	ab	115.5	94.5	e	
14	20.95	abcd	66.40	ab	108.0	147.0	abcde	
9	20.70	abcd	72.25	ab	103.0	157.0	abcde	
19	20.65	abcd	63.05	ab	93.0	107.0	de	
11	20.25	abcd	78.35	ab	118.0	162.0	abcd	
2	19.25	abcd	74.20	ab	138.0	182.0	a	
22	18.75	abcd	67.70	ab	108.0	142.0	abcde	
18	18.50	abcd	62.45	ab	108.0	127.0	abcde	
(M3)30	18.35	abcd	77.35	ab	113.0	127.0	abcde	
16	18.00	abcd	68.50	ab	108.0	122.0	abcde	
(C) 24	18.00	abcd	69.70	ab	133.0	142.0	abcde	
(M5)27	17.70	abcd	74.55	ab	120.5	152.0	abcde	
12	17.65	abcd	72.25	ab	118.0	134.5	abcde	
(M7)28	15.80	cd	63.45	ab	98.0	132.0	abcde	
21	15.60	cd	60.00	ab	98.0	97.0	e	
15	15.20	cd	64.50	ab	105.5	162.0	abcd	
13	14.95	d	54.60	ab	95.5	132.0	abcde	
(B) 25	14.40	d	76.80	ab	100.5	162.0	abcd	
6	14.25	d	74.65	ab	113.0	152.0	abcde	
17	14.25	d	66.00	ab	103.0	132.0	abcde	
(P) 23	14.10	d	62.50	ab	103.0	112.0	cde	
20	13.55	d	44.50	b	78.0	107.0	de	
̄X g/p	19.15		70.65		113.6	143.8		
̄X kg/ha	766.32		2825.60		4546.6	5753.3		

P= Pecos, B= Biloela, N= Nueces y C= Común

Peso Seco Total

El análisis de varianza para el peso seco total se muestra en el Cuadro 23 en el cual se observan diferencias altamente significativas entre fechas, entre genotipos, así como también en la interacción fechas x genotipos.

Cuadro 23. Análisis de varianza de peso seco total de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					0.05	0.01
Bloques	1	5544.009	5544.009	2.68 ^{NS}	10.13	34.12
Fechas	3	890748.897	296916.299	143.89**	9.28	29.46
Error a	3	6190.069	2063.356			
Genotipos	29	49342.652	1701.470	8.32**	1.56	1.80
Fech*Gen	87	36079.273	414.704	2.03**	1.40	1.60
Error b	116	23729.647	204.566			
Total	239	1011634.547				
					CV(a)=	41.12%
					CV(b)=	12.94%

NS= No significativo

La comparación de medias para las fechas se presenta en el Cuadro 24. Se formaron cuatro grupos de medias, uno correspondiente a cada fecha, la media más alta corresponde a la fecha 4 ya que para dicha fecha las plantas alcanzaron su completa madurez y la más alta producción de biomasa, tanto aérea como radicular, la media para dicha fecha fue de 188.835 gramos por planta, mientras que la media correspondiente a la fecha 1 es de 25.418 gramos, existiendo una diferencia de 163.417 gramos.

Cuadro 24. Comparación de medias de peso seco total en cuatro fechas de evaluación de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Fecha de evaluación	Peso seco total (g/planta)				
4	188.835	a			
3	140.717		b		
2	86.888			c	
1	25.418				d

La fecha en la que se presenta un mayor crecimiento es de la 1 a la 2 con un incremento de peso de 61.47 gramos, lo que indica que la planta incrementó 3.4 veces su peso. La mejor fecha de corte es la 4 ya que es donde la planta alcanza su peso máximo.

La comparación de medias para los genotipos en las cuatro fechas de corte se presenta en el Cuadro 25. De las 24 comparaciones posibles para las variedades comerciales, solamente en la fecha cuatro la comparación entre Común y Nueces resultó significativa. Para las comparaciones de genotipos con las variedades comerciales se usaron las medias de las cuatro variedades en cada fecha de corte. Las variedades comerciales promediaron 22.92, 84.87, 141.75 y 172.76 gramos de biomasa seca por planta. Las estimaciones de materia seca por ha para las variedades en la cuarta fecha resultaron de 8387 kg/ha para Común, 7966 para Biloela, 6298 para Pecos y 5000 para Nueces.

Cuadro 25. Comparación de medias de peso seco total (g/planta) de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipo	Peso seco total (g)							
	Fechas de evaluación							
	1		2		3		4	
1	35.50	a	107.30	a	162.10	ab	230.60	ab
4	34.25	ab	102.20	ab	160.85	ab	221.90	ab
7	33.75	abc	98.20	ab	154.50	ab	209.65	abcd
5	31.10	abcd	88.55	ab	150.75	ab	190.05	abcde
8	29.85	abcd	94.15	ab	148.15	ab	220.30	abc
10	29.40	abcd	85.40	ab	164.85	ab	231.25	ab
(M2)29	28.40	abcd	97.80	ab	165.30	ab	208.40	abcd
19	27.50	abcd	80.85	ab	116.80	ab	139.20	de
9	27.40	abcd	88.40	ab	122.95	ab	200.80	abcde
3	27.15	abcd	105.25	a	150.30	ab	214.10	abcd
(N) 26	27.15	abcd	75.15	ab	135.95	ab	125.00	e
2	27.05	abcd	94.65	ab	181.00	a	233.90	a
14	26.50	abcd	84.15	ab	129.40	ab	185.95	abcde
(C) 24	26.35	abcd	92.50	ab	175.70	a	209.45	abcd
22	25.85	abcd	82.70	ab	137.45	ab	179.55	abcde
(M5)27	25.55	abcd	95.50	ab	157.20	ab	227.55	ab
11	25.50	abcd	95.00	ab	138.25	ab	194.75	abcde
16	25.30	abcd	84.40	ab	133.80	ab	157.70	abcde
18	25.25	abcd	80.30	ab	141.20	ab	188.20	abcde
21	22.35	abcd	74.95	ab	123.55	ab	137.15	de
12	22.10	abcd	83.70	ab	141.55	ab	161.65	abcde
(M3)30	21.85	bcd	89.90	ab	131.50	ab	149.25	bcde
(M7)28	21.35	bcd	78.30	ab	116.15	ab	177.00	abcde
15	21.30	bcd	81.75	ab	137.45	ab	209.70	abcd
(P) 23	20.15	d	78.40	ab	135.55	ab	157.45	abcde
13	19.95	d	66.15	ab	122.30	ab	186.45	abcde
17	19.95	d	83.40	ab	133.55	ab	179.45	abcde
20	18.70	d	54.85	b	97.90	b	140.35	cde
(B) 25	18.05	d	93.45	ab	119.80	ab	199.15	abcde
6	18.00	d	89.35	ab	135.70	ab	199.15	abcde
̄X g/p	25.41		86.88		140.71		188.83	
̄X kg/ha	1016.72		3475.52		5628.64		7553.40	

P= Pecos, B= Biloela, N= Nueces y C= Común

Con excepción de la fecha tres, las medias de las líneas experimentales fueron mayores a las de las variedades comerciales. La mayor diferencia a favor de las líneas fue en la fecha cuatro produciendo 18.54 gramos más de materia seca por planta. Las medias de las variedades comerciales fueron superadas por 17 líneas en la primera fecha, 14 en la segunda, 10 en la tercera y 21 en la última fecha de corte.

Las estimaciones de rendimiento por ha para la línea más productora en cada fecha son de 1420 kg/ha en la primera, 4292 en la segunda, 7240 para la tercera y 9356 en la cuarta fecha de evaluación.

Los resultados indican que en el grupo élite evaluado hay líneas de zacate buffel con potencial suficiente para desarrollar nuevas variedades para producción de forraje, biomasa para combustible, captura de CO₂ y aporte de materia orgánica al suelo.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el estudio realizado, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. En el grupo élite II se pueden seleccionar genotipos con buen potencial forrajero, para desarrollar nuevas variedades, superiores a las variedades comerciales utilizadas como testigos.
2. En el grupo estudiado se encuentran genotipos con suficiente producción de biomasa para ser utilizados en servicios ambientales como captura de CO₂, biomasa para combustibles celulósicos, aportación de materia orgánica al suelo, mayor control de la erosión de suelos y potencial reducido de invasión.
3. El intervalo de tiempo utilizado entre fechas de corte resultó adecuado en la mayoría de las variables estudiadas, detectando con ello diferencias reales entre los valores medios para el factor fechas de corte.
4. Entre los genotipos que formaron el grupo élite II existe amplia variabilidad genética para las variables medidas por lo cual es posible esperar que la selección para estas variables sea efectiva.

5. En la mayoría de los casos la selección sería efectiva en cualquiera de las fechas de corte realizadas.

6. Todas las líneas experimentales tienen suficiente potencial para atraer el interés comercial de productores de semilla, debido a su alta producción de panículas.

LITERATURA CITADA

- Anning, P. 1980. Pastures for Cape York Peninsula. *Quennsl. Agric. J.* 106:148-171.
- Asker, S. E. 1979. Progress in apomixis research. *Hereditas* 9:231-240.
- Ayerza, R. 1981. El buffelgrass: Utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 139 p.
- Ayerza, R. 1982. El buffel y el Nelore: legado de la India para las zonas áridas de Argentina. *Rangelands* 4:155-157.
- 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 *Buffelgrass: Adaptation, management, and forage quality*. Tex. Agric. Exp. Stn., College Station. M.P.1575. pp. 6-8.
- Bashaw, E.C. and K.W. Hignight. 1990. Gene transfer in apomictic buffelgrass through fertilization of an unreduced egg. *Crop Sci.* 30:571-575.
- Bath, V., K.K. Dwivedi, J.P. Khurana and S.K. Sopory. 2005. Apomixis: An enigma with potential applications. Special Section: Embriology of Flowering Plants. *Current Sci.* 89 (11) 1879-1893.
- Bogdan, A.V. 1977. Tropical pasture and fodder plants. Longman, New York.
- Brockett, G.M. and N.N. Gray. 1984. The performance of tropical pastures in the drier phase of the Highland Sourveld of Natal. *J. Grassl. Soc. S. Afr.* 1:4-8.
- Carreón H. E., J. C. Guzmán-Aranda, C. Pinedo A. y A. Lafón T. 2008. Cambios en la cobertura vegetal de la Ecoregión Desierto Chihuahuense: Análisis retrospectivo de las décadas 1970 – 2000. En: *Memorias del V Simposio Internacional de Pastizales*. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
- Carroll, C. and A. Tucker. 2000. Effects of pasture cover on soil erosion and water quality on central Queensland coal mine rehabilitation. *Trop. Grassl.* 34:254-262.

- Cavaye, J.M. 1991. The buffel book: A guide to buffel grass pasture development in Queensland. Info. Ser. Q1 90001. Queensland Department Primary Industry. Brisbane, Australia.
- Cole, C.V., J. Duxbury, J. Freney, O. Heinemeyer, K. Minami, A. Mosier, K. Paustian, N. Rosenberg, N. Sampson, D. Sauerbeck and Q. Zhao. 1997. Global estimates of potential mitigation of greenhouse gas emissions by agriculture. Kluwer Academic Publishers. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 49: 221-228.
- 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, DPI & F, CIAT and ILRI. Brisbane, Australia.
- Córdova R., G., H. Hernández T. y J.L. Martínez S. 2012. Captura de carbono en un pastizal de la ranchería Emiliano Zapata, Centro, Tabasco. Kuxulkab Revista de divulgación. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco.
- Cox, J.A., M. Martin R., F.A. Ibarra F., J.H. Fourie, N.F.G. Rethman, and D.G. Willcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. J. Range Manage. 41:127-139.
- Dixon, R.K., S. Brown, R.A. Houghton, A. M. Solomon, M. C. Trexler, and J. Wisniewski. 1994. Carbon pools and fluxes of global forest ecosystems. Sci. 263:185-190.
- Ecological Society of America (ESA). 2000. Carbon Sequestration in Soils. Ecological Society of America, Washington, DC. Disponible en: <http://www.esa.org/education/edupdfs/carbonsequestrationinsoils.pdf>.
- FAO. 2009. Review of evidence on dry lands pastoral systems and climate change implications and opportunities for mitigation and adaptation. Rome, Italy. 50 p.
- FAO. 2013. Statistical Yearbook 2013 World Food and Agriculture. Rome, Italy. 289 p.
- Feely, R.A., S.C. Doney and S.R. Cooley. 2009. Ocean acidification. Present conditions and future changes in a high-CO₂ world. Oceanography Vol. 22, No. 4. pp. 36-47.
- Fisher, W.D., E.C. Bashaw, and E.C. Holt. 1954. Evidence for apomixis in *Pennisetum ciliare* and *Cenchrus setigerus*. Agron. J. 46: 401-404.
- Frankfurt School of Finance and Management, en colaboración con Bloomberg New Energy Finance: Global Trends in Renewable Energy Investment 2012. Disponible en: <http://fs-unep-centre.org/publications/global-trends-renewable-energy-investment-2012>.

- Freibauer, A., M. Rounsevell, P. Smith and J. Verhagen. 2004. Carbon sequestration in the agricultural soils of Europe. *Geoderma*. 122: 1-23.
- García, E. 1986. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koopen. 1ª Edición UNAM, México D.F. pp. 246-247.
- Gerber, P.J., H. Steinfeld, B. Henderson, A. Mottet, C. Opio, J. Dijkman, A. Falucci and G. Tempio. 2013. Tackling climate change through livestock- A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Giraudó, M. 2003. Buffelgrass, el pasto. *Marca Líquida Agropecuaria*, Córdoba, 13 (121):17-21.
- Gómez M., S. 1994. Autofecundación e hibridación en un clon sexual de zacate apomítico *Cenchrus ciliaris* L. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 110p.
- Gómez M., S. 2009. Desarrollo de híbridos simples de reproducción sexual y determinación de su compatibilidad en cruza con variedades apomíticas de zacate buffel *Pennisetum ciliare* L. Tesis Doctorado. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 125 p.
- González, C.L. and J.H. Everitt. 1982. Nutrient contents of major food plants eaten by cattle in the South Texas Plains. *J. Range Manage.* 35: 733-736.
- González D., J.R., S. Gómez M. y L. Pérez P. 1998. Componentes del rendimiento de semilla en híbridos apomíticos de *Cenchrus ciliaris* resistentes a *Pyricularia grisea*. Memorias XVII Congreso de Fitogenética. SOMEFI. Acapulco, Guerrero. p.60.
- Griffa, S., A. Ribotta, C. Luna, G. Bollati, E. López Colombia, E. Tommasino, E. Carloni, M. Quiroga y K. Grunberg. 2011. Evaluación morfológica del cultivar de buffelgrass “Lucero INTA-PEMAN” en condiciones de sequía. *RIA Vol.* 37:86-91.
- Gupta, J. 1997. The climate change convention and developing countries: from conflict to consensus?. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
- Hannah, D. and N. Thurgate. 2001. Lands of strips and patches. *Wildlife Australia Magazine* 38: 38–39.
- Hanselka, C.W., M.A. Hussey and F. Ibarra F. 2004. Buffelgrass. Segoe Rd. Warm-Season (C4) Grasses. *Agronomy Monograph no.45*. American Society of Agronomy. pp. 477-501.
- Hernández G., M.A. 2012. Servicios ambientales de los ecosistemas de pastizales semiáridos del altiplano del Norte de México. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León.

- 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 (2): 214-218.
- Holt, E.C. 1985. Buffel grass-a brief history. In: E.C.A. Runge and J.L. Schuster (esd.) Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. The Texas Agr. Exp. Sta. in cooperation with Texas Agric. Ext. Service; U.S. Department of Agriculture- Soil Conservation Service. College Station, Texas MP-1575. pp. 1-5.
- Houghton, J.T., L.G. Meira F., B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg and K. Maskell. 1996. Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Cambridge University Press.
- Humphreys, L.R. 1967. Buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) in Australia. Tropical Grasslands 1:123-134.
- Hussey, M.A. 1985. Buffelgrass breeding and evaluation for south Texas. In Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. Tex. Agric. Exp. Stn., College Station. MP-1575. pp. 9-12.
- Ibarra, F.F., M. Martin R. y A.R. Quero C. 2012. Gramíneas introducidas. Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos de México. Pasto Buffel *Cenchrus ciliaris* L. Link. (*Pennisetum ciliare* Lam.). 2da Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. pp. 85-108.
- Ibarra, F.F., J.R. Cox, M.R. Martin, T.A., Crowl, D.F. Post, R.W. Miller and G.A. Rasmussen. 1995. Relationship between buffelgrass survival, organic carbón, and soil color in Mexico. Soil science Soc. Am. J. 59:1120-1125.
- INIFAP. 2008. Rancho Experimental La Campana 50 años de investigación y transferencia en pastizales y producción animal. A.H. Chávez S. (Compilador). Libro Técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias-Centro de Investigación Regional Norte-Centro INIFAPCIRNOC. Chihuahua, Chih. México. 213 p.
- Johnson, A.D. and H.D. Gerhold. 2003. Carbon storage by urban tree cultivars, in roots and above-ground. Urbann & Fisher Verlag. 2:65.72.
- Johnson, J.M., A. J. Franzluebbers, S. Lachnicht W. and D.C. Reicosky. 2007. Agricultural opportunities to mitigate greenhouse gas emissions. Environmental Pollution 150: 107-124.
- Jones, A. 2000. Effects of cattle grazing on North American arid ecosystems: a quantitative review: WNAN. 60:155-164.
- Kirby, K.R. and C. Potvin. 2007. Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project. Forest Ecology and Management 246:208-221.

- Koltunow, A.M. 1993. Apomixis: embryo sacs and embryos formed without meiosis or fertilization in ovules. *Plant Cell* 5:1425-1437.
- Koltunow, A.M. and U. Grossniklaus. 2003. Apomixis: A developmental perspective. *Ann. Rev. Plant Biol.* 54:547-574.
- 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.
- Lal, R. 2005. Forest soils and carbon sequestration. *Forest Ecology and Management* 220:242-258.
- Leighton, K.A. and VanVreeswyk, A.M.E. 2004. Re-defining carrying capacities in the Ashburton River catchment in Western Australia. In *Living in the outback. Conference Papers Australian Rangeland Society 13th Biennial conference, Alice Springs, Northern Territory.* Bastin, G.M., D. Walsh and S. Nicolson (eds). Australian Rangelands Society, Adelaide, South Australia.
- Loch, D.S. 1999. *Cenchrus ciliaris* in Australia. *Tropical seed production vol. 2: Tropical and subtropical species.* CAB Int., Wallingford, Oxon, U.K. pp. 351-361.
- Loch, D.S. and J.E. Ferguson. 1999. Tropical and subtropical forage seed production: An overview. *Tropical seed production. Vol. 2: Tropical and subtropical species.* CAB Int., Wallingford, Oxon, U.K.
- MacLeod, M., P. Gerber, A. Mottet, G. Tempio, A. Falcucci, C. Opio, T. Vellinga, B. Henderson and H. Steinfeld. 2013. Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains- A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Magaña R., V.O. 2004. El cambio climático global: comprender el problema. En: *Cambio climático: una visión desde México.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. pp. 17-27.
- Mannetje, L.M. and R.M. Jones. 1990. Pasture and animal productivity of buffelgrass with siratro, lucerne or nitrogen fertilizer. *Trop. Grassl.* 24:269-281.
- Medina, G., J.A. Ruíz, G. Díaz y N.Z. Ramírez. 2012. Potencial productivo del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) ante el cambio climático en el estado de Zacatecas. 2^a Reunión Internacional conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. pp. 272-276.
- NASA. <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/2010-climate-records.html>.
- NCDC. National Climatic Data Center. State of the climate: Global Analysis for September 2013. Disponible en: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/>.

- NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration.
http://ftp.cmdl.noaa.gov/ccg/CO2/trends/co2_mm_mlo.txt.
http://www.articnoaa.gov/future/sea_ice.html.
- Nogler, G.A. 1984. Gametophytic apomixis. In: B.M. Johri (ed.) Embriology of angiosperms. Ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. pp. 475-518.
- Nowak, D.J. 1993. Atmospheric carbon reduction by urban trees. J. Environ. Manage. 37 (3): 207-217.
- Nowak, D.J. 1994. Atmospheric carbon dioxide reduction by Chicago's urban forest. In: McPherson, E.G., Nowak, D.J., Rowntree, R.A., Chicago's Urban forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project. USDA Forest Service General Technical Report NE-186, Radnor, PA, pp. 83-94.
- Nowak, D.J. and D.E. Crane. 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. Environmental Pollution 116: 381-389.
- Oliver, J.G.J., G. Janssens-Maenhout and P. Jeroen A.H.W. 2012. Trends in global CO₂ emissions; 2012 Report. Disponible en <http://edgar.jrc.europa.eu/CO2REPORT2012.pdf>
- Ortega-Ochoa, C.D. 2012. El rol de los pastos en períodos recurrentes de sequía; retos y oportunidades en el manejo de pastizales. 2da Reunión Internacional Conjunta de Manejo de Pastizales y Producción Animal. Zacatecas, México. pp.159-164.
- Pérez M., L.A. y F. Pérez F. 2012. Análisis de las diferencias fisiológicas de los procesos fotosintéticos entre plantas C3 y C4. Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. 17 p.
- Pogue AgriPartners Inc. (S/F). Laredo Buffelgrass. Blight and drought tolerant. Triptico.
- Quero, A.C., J.F. Enriquez Q., C.R. Morales N. y L. Miranda J. 2010. Apomixis y su importancia en la selección y mejoramiento de gramíneas forrajeras tropicales. Revisión. Rev. Mex. Cien. Pec. 1: 25-42.
- Riches, J. and H. Jones. 1979. Arid area mine-Mt. Whaleback, West. Aust. J. Soil Conserv. Serv. New South Wales 35:223-229.
- Rodriguez O., J. Gonzalez-Dominguez., J.P. Krausz, G.N. Odvody, J.P. Wilson W.W. Hanna and M. Levy. 1999. First Report and epidemic of buffelgrass blight caused by *Pyricularia grisea* in South Texas. Plant Disease 83:398.
- Savidan, Y.H., and J. Pernés. 1982. Diploid-tetraploid-dihaploid cycles and the evolution of *Panicum maximum* Jacq. Evolution 36:596-600.

- Screen, J.A., C. Deser and I. Simmonds. 2012. Local and remot controls on observed Artic warming. Disponible en: <http://www.agu.org/pubs/crossref/2012/2012GL051598.shtml>.
- SEMARNAT. 2012. Cambio climático: una reflexión desde México.
- Sherwood, R.T., B.A. Young, and E.C. Bashaw. 1980. Facultative apomixis in buffelgrass. *Crop Sci.* 20:375-379.
- Simpson, J. and R. Fretes. 1972. An economic evaluation of buffelgrass in Paraguay. *J. Range Manage.* 25:261:266.
- Skerman, P.J. and F. Riveros. 1990. Tropical grasses. FAO, Rome.
- Snyder, L.A., A.R. Hernandez, and H.E. Warmke. 1955. The mechanism of apomixis in *Pennisetum ciliare*. *Bot. Gaz.* 116: 209-221.
- Sutherland, R. and R. Bryan. 1990. Runoff and erosion from a small semiarid catchment, Bairingo District, Kenya. *Appl. Geogr.* 10: 91-109.
- Taliaferro, C.M. and E.C. Bashaw. 1966. Inheritance and control of obligate apomixes in breeding buffelgrass *Pennisetum ciliare*. *Bot. Gaz.* 116: 209-221.
- Townsend, P.A., M.A. Ortega-Huerta, J. Bartley, V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, R.H. Buolde meier and D.R.B. Stockwell. 2002. Future productions for Mexican faunas under global climate change scenarios. *Nature* 416:626-629.
- UNFCCC. Report of the conference of the parties on its sixteenth session, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010: Decisions adopted by the conference of the parties. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cop16/eng/07a01.pdf>.
- Walker, B., P.B. Hodge, and P.K. O'Rourke. 1987. Effects of stocking rate and grass species on pasture and cattle production of sown pastures on a fertile brigalow soil in central Queensland. *Trop Grassl.* 21:14-23.
- Wenger, K.F. 1984. Timber Measurements. In: *Forestry Handbook*, Second Edition: 254-360.
- WBCSD. World Business Council for Sustainable Development: Vision 2050. <http://www.wbcsd.org/vision2050.aspx>.
- Woodbury, P.B., J.E. Smith and L.S. Heath. 2007. Carbon sequestration in the U.S. forest sector from 1990 to 2010. *Forest Ecology and Management.* 241:14-27.

APÉNDICE

Cuadro A 1. Número de tallos de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Primera evaluación (24 de agosto). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	60.0	63.0	123.0	61.5
2	66.0	96.0	162.0	81.0
3	74.0	79.0	153.0	76.5
4	43.0	54.0	97.0	48.5
5	81.0	79.0	160.0	80.0
6	52.0	60.0	112.0	56.0
7	43.0	65.0	108.0	54.0
8	72.0	88.0	160.0	80.0
9	41.0	64.0	105.0	52.5
10	88.0	101.0	189.0	94.5
11	59.0	68.0	127.0	63.5
12	80.0	68.0	148.0	74.0
13	62.0	43.0	105.0	52.5
14	36.0	64.0	100.0	50.0
15	42.0	47.0	89.0	44.5
16	78.0	62.0	140.0	70.0
17	37.0	41.0	78.0	39.0
18	68.0	65.0	133.0	66.5
19	48.0	65.0	113.0	56.5
20	46.0	60.0	106.0	53.0
21	53.0	66.0	119.0	59.5
22	50.0	49.0	99.0	49.5
Pecos	56.0	38.0	94.0	47.0
Común	68.0	73.0	141.0	70.5
Biloela	41.0	61.0	102.0	51.0
Nueces	55.0	54.0	109.0	54.5
27	52.0	29.0	81.0	40.5
28	51.0	101.0	152.0	76.0
29	51.0	49.0	100.0	50.0
30	82.0	77.0	159.0	79.5

Cuadro A 2. Número de tallos de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Segunda evaluación (13 de septiembre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	50.0	82.0	132.0	66.0
2	113.0	108.0	221.0	110.5
3	102.0	42.0	144.0	72.0
4	55.0	56.0	111.0	55.5
5	66.0	64.0	130.0	65.0
6	94.0	95.0	189.0	94.5
7	77.0	76.0	153.0	76.5
8	100.0	108.0	208.0	104.0
9	50.0	74.0	124.0	62.0
10	92.0	78.0	170.0	85.0
11	76.0	72.0	148.0	74.0
12	94.0	75.0	169.0	84.5
13	66.0	45.0	111.0	55.5
14	59.0	80.0	139.0	69.5
15	78.0	61.0	139.0	69.5
16	79.0	92.0	171.0	85.5
17	76.0	53.0	129.0	64.5
18	64.0	67.0	131.0	65.5
19	63.0	69.0	132.0	66.0
20	81.0	71.0	152.0	76.0
21	72.0	83.0	155.0	77.5
22	61.0	59.0	120.0	60.0
Pecos	81.0	79.0	160.0	80.0
Común	60.0	77.0	137.0	68.5
Biloela	59.0	66.0	125.0	62.5
Nueces	62.0	63.0	125.0	62.5
27	48.0	70.0	118.0	59.0
28	62.0	74.0	136.0	68.0
29	74.0	57.0	131.0	65.5
30	77.0	106.0	183.0	91.5

Cuadro A 3. Número de tallos de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Tercera evaluación (4 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	81.0	104.0	185.0	92.5
2	173.0	115.0	288.0	144.0
3	104.0	106.0	210.0	105.0
4	58.0	69.0	127.0	63.5
5	86.0	108.0	194.0	97.0
6	90.0	87.0	177.0	88.5
7	96.0	93.0	189.0	94.5
8	230.0	103.0	333.0	166.5
9	61.0	76.0	137.0	68.5
10	97.0	101.0	198.0	99.0
11	80.0	75.0	155.0	77.5
12	100.0	96.0	196.0	98.0
13	86.0	75.0	161.0	80.5
14	97.0	101.0	198.0	99.0
15	60.0	68.0	128.0	64.0
16	117.0	107.0	224.0	112.0
17	65.0	83.0	148.0	74.0
18	105.0	66.0	171.0	85.5
19	73.0	73.0	146.0	73.0
20	68.0	48.0	116.0	58.0
21	91.0	91.0	182.0	91.0
22	77.0	85.0	162.0	81.0
Pecos	56.0	58.0	114.0	57.0
Común	90.0	99.0	189.0	94.5
Biloela	61.0	44.0	105.0	52.5
Nueces	70.0	51.0	121.0	60.5
27	50.0	57.0	107.0	53.5
28	120.0	69.0	189.0	94.5
29	82.0	65.0	147.0	73.5
30	68.0	96.0	164.0	82.0

Cuadro A 4. Número de tallos de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Cuarta evaluación (25 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	82.0	94.0	176.0	88.0
2	187.0	155.0	342.0	171.0
3	140.0	131.0	271.0	135.5
4	69.0	55.0	124.0	62.0
5	79.0	105.0	184.0	92.0
6	110.0	114.0	224.0	112.0
7	109.0	129.0	238.0	119.0
8	97.0	117.0	214.0	107.0
9	65.0	95.0	160.0	80.0
10	118.0	128.0	246.0	123.0
11	96.0	96.0	192.0	96.0
12	106.0	112.0	218.0	109.0
13	64.0	90.0	154.0	77.0
14	86.0	97.0	183.0	91.5
15	100.0	93.0	193.0	96.5
16	95.0	96.0	191.0	95.5
17	85.0	113.0	198.0	99.0
18	94.0	99.0	193.0	96.5
19	76.0	77.0	153.0	76.5
20	88.0	92.0	180.0	90.0
21	87.0	105.0	192.0	96.0
22	69.0	57.0	126.0	63.0
Pecos	66.0	77.0	143.0	71.5
Común	83.0	95.0	178.0	89.0
Biloela	67.0	71.0	138.0	69.0
Nueces	56.0	63.0	119.0	59.5
27	61.0	57.0	118.0	59.0
28	82.0	104.0	186.0	93.0
29	91.0	91.0	182.0	91.0
30	90.0	161.0	251.0	125.5

Cuadro A 5. Altura de planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Primera evaluación (24 de agosto). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	55.0	62.0	117.0	58.5
2	52.0	50.0	102.0	51.0
3	59.0	58.0	117.0	58.5
4	62.0	46.0	108.0	54.0
5	54.0	58.0	112.0	56.0
6	53.0	55.0	108.0	54.0
7	66.0	65.0	131.0	65.5
8	48.0	58.0	106.0	53.0
9	62.0	58.0	120.0	60.0
10	46.0	61.0	107.0	53.5
11	51.0	56.0	107.0	53.5
12	49.0	50.0	99.0	49.5
13	47.0	41.0	88.0	44.0
14	46.0	50.0	96.0	48.0
15	51.0	43.0	94.0	47.0
16	54.0	51.5	105.5	52.8
17	42.0	35.5	77.5	38.8
18	43.0	54.0	97.0	48.5
19	54.0	50.0	104.0	52.0
20	37.0	44.0	81.0	40.5
21	58.0	64.0	122.0	61.0
22	54.0	62.0	116.0	58.0
Pecos	49.0	53.0	102.0	51.0
Común	41.0	45.0	86.0	43.0
Biloela	52.0	42.5	94.5	47.3
Nueces	60.0	66.0	126.0	63.0
27	40.0	62.0	102.0	51.0
28	39.0	42.0	81.0	40.5
29	63.0	54.0	117.0	58.5
30	49.0	48.0	97.0	48.5

Cuadro A 6. Altura de planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Segunda evaluación (13 de septiembre) UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	85.0	98.0	183.0	91.5
2	84.0	84.0	168.0	84.0
3	90.0	91.0	181.0	90.5
4	107.0	105.0	212.0	106.0
5	84.0	89.0	173.0	86.5
6	89.0	94.0	183.0	91.5
7	84.0	87.0	171.0	85.5
8	87.0	88.0	175.0	87.5
9	94.0	89.0	183.0	91.5
10	86.0	79.0	165.0	82.5
11	96.0	101.0	197.0	98.5
12	87.0	92.0	179.0	89.5
13	78.0	95.0	173.0	86.5
14	94.0	89.0	183.0	91.5
15	90.0	90.0	180.0	90.0
16	76.0	87.0	163.0	81.5
17	87.0	93.0	180.0	90.0
18	81.0	90.0	171.0	85.5
19	85.0	100.0	185.0	92.5
20	72.0	89.0	161.0	80.5
21	88.0	87.0	175.0	87.5
22	105.0	102.0	207.0	103.5
Pecos	90.0	88.0	178.0	89.0
Común	90.0	90.0	180.0	90.0
Biloela	90.0	87.0	177.0	88.5
Nueces	97.5	100.0	197.5	98.8
27	100.0	89.0	189.0	94.5
28	76.0	81.0	157.0	78.5
29	98.0	104.0	202.0	101.0
30	87.0	75.0	162.0	81.0

Cuadro A 7. Altura de planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Tercera evaluación (4 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	101.0	93.0	194.0	97.0
2	78.0	81.0	159.0	79.5
3	92.0	93.0	185.0	92.5
4	107.0	96.0	203.0	101.5
5	99.0	90.0	189.0	94.5
6	91.0	93.0	184.0	92.0
7	100.0	93.0	193.0	96.5
8	83.0	87.0	170.0	85.0
9	89.0	97.0	186.0	93.0
10	93.0	94.0	187.0	93.5
11	94.0	106.0	200.0	100.0
12	98.0	85.0	183.0	91.5
13	88.0	100.0	188.0	94.0
14	90.0	90.0	180.0	90.0
15	95.0	94.0	189.0	94.5
16	71.0	89.0	160.0	80.0
17	89.0	90.0	179.0	89.5
18	96.0	88.0	184.0	92.0
19	99.0	97.0	196.0	98.0
20	78.0	100.0	178.0	89.0
21	84.0	77.0	161.0	80.5
22	99.0	93.0	192.0	96.0
Pecos	97.0	100.0	197.0	98.5
Común	99.0	92.0	191.0	95.5
Biloela	86.0	102.0	188.0	94.0
Nueces	96.0	92.0	188.0	94.0
27	97.0	100.0	197.0	98.5
28	84.0	84.0	168.0	84.0
29	104.0	102.0	206.0	103.0
30	89.0	76.0	165.0	82.5

Cuadro A 8. Altura de planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Cuarta evaluación (25 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	83.0	94.0	177.0	88.5
2	80.0	86.0	166.0	83.0
3	91.0	100.0	191.0	95.5
4	110.0	118.0	228.0	114.0
5	96.0	96.0	192.0	96.0
6	100.0	98.0	198.0	99.0
7	100.0	101.0	201.0	100.5
8	92.0	97.0	189.0	94.5
9	95.0	100.0	195.0	97.5
10	86.0	94.0	180.0	90.0
11	112.0	105.0	217.0	108.5
12	97.0	100.0	197.0	98.5
13	100.0	96.0	196.0	98.0
14	101.0	107.0	208.0	104.0
15	103.0	101.0	204.0	102.0
16	87.0	84.0	171.0	85.5
17	95.0	88.0	183.0	91.5
18	90.0	101.0	191.0	95.5
19	94.0	98.0	192.0	96.0
20	88.0	91.0	179.0	89.5
21	87.0	94.0	181.0	90.5
22	95.0	104.0	199.0	99.5
Pecos	97.0	102.0	199.0	99.5
Común	97.0	101.0	198.0	99.0
Biloela	102.0	101.0	203.0	101.5
Nueces	91.0	100.0	191.0	95.5
27	100.0	119.0	219.0	109.5
28	94.0	100.0	194.0	97.0
29	101.0	110.0	211.0	105.5
30	85.0	70.0	155.0	77.5

Cuadro A 9. Número de panículas por planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Primera evaluación (24 de agosto). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	5.0	4.0	9.0	4.5
2	9.0	4.0	13.0	6.5
3	8.0	7.0	15.0	7.5
4	1.0	1.0	2.0	1.0
5	10.0	11.0	21.0	10.5
6	4.0	3.0	7.0	3.5
7	5.0	10.0	15.0	7.5
8	7.0	15.0	22.0	11.0
9	8.0	3.0	11.0	5.5
10	5.0	10.0	15.0	7.5
11	4.0	1.0	5.0	2.5
12	10.0	2.0	12.0	6.0
13	8.0	1.0	9.0	4.5
14	3.0	4.0	7.0	3.5
15	3.0	1.0	4.0	2.0
16	4.0	8.0	12.0	6.0
17	2.0	1.0	3.0	1.5
18	5.0	6.0	11.0	5.5
19	4.0	2.0	6.0	3.0
20	1.0	2.0	3.0	1.5
21	5.0	9.0	14.0	7.0
22	6.0	3.0	9.0	4.5
Pecos	3.0	4.0	7.0	3.5
Común	4.0	4.0	8.0	4.0
Biloela	8.0	2.0	10.0	5.0
Nueces	4.0	7.0	11.0	5.5
27	0.0	4.0	4.0	2.0
28	1.0	12.0	13.0	6.5
29	3.0	4.0	7.0	3.5
30	9.0	16.0	25.0	12.5

Cuadro A 10. Número de panículas por planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Segunda evaluación (13 de septiembre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	32.0	48.0	80.0	40.0
2	76.0	68.0	144.0	72.0
3	68.0	82.0	150.0	75.0
4	31.0	32.0	63.0	31.5
5	40.0	97.0	137.0	68.5
6	63.0	60.0	123.0	61.5
7	85.0	96.0	181.0	90.5
8	119.0	79.0	198.0	99.0
9	46.0	58.0	104.0	52.0
10	91.0	97.0	188.0	94.0
11	63.0	58.0	121.0	60.5
12	40.0	51.0	91.0	45.5
13	36.0	28.0	64.0	32.0
14	33.0	62.0	95.0	47.5
15	45.0	38.0	83.0	41.5
16	62.0	73.0	135.0	67.5
17	42.0	17.0	59.0	29.5
18	47.0	42.0	89.0	44.5
19	30.0	52.0	82.0	41.0
20	15.0	54.0	69.0	34.5
21	64.0	81.0	145.0	72.5
22	43.0	36.0	79.0	39.5
Pecos	43.0	51.0	94.0	47.0
Común	16.0	50.0	66.0	33.0
Biloela	54.0	53.0	107.0	53.5
Nueces	42.0	45.0	87.0	43.5
27	36.0	51.0	87.0	43.5
28	28.0	21.0	49.0	24.5
29	49.0	62.0	111.0	55.5
30	64.0	162.0	226.0	113.0

Cuadro A 11. Número de panículas por planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Tercera evaluación (4 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	96.0	89.0	185.0	92.5
2	106.0	208.0	314.0	157.0
3	139.0	124.0	263.0	131.5
4	70.0	54.0	124.0	62.0
5	179.0	181.0	360.0	180.0
6	117.0	112.0	229.0	114.5
7	152.0	141.0	293.0	146.5
8	167.0	150.0	317.0	158.5
9	82.0	97.0	179.0	89.5
10	192.0	218.0	410.0	205.0
11	160.0	135.0	295.0	147.5
12	87.0	75.0	162.0	81.0
13	87.0	82.0	169.0	84.5
14	141.0	130.0	271.0	135.5
15	93.0	62.0	155.0	77.5
16	200.0	174.0	374.0	187.0
17	100.0	57.0	157.0	78.5
18	103.0	104.0	207.0	103.5
19	98.0	76.0	174.0	87.0
20	69.0	65.0	134.0	67.0
21	160.0	96.0	256.0	128.0
22	70.0	117.0	187.0	93.5
Pecos	87.0	74.0	161.0	80.5
Común	108.0	95.0	203.0	101.5
Biloela	115.0	70.0	185.0	92.5
Nueces	100.0	126.0	226.0	113.0
27	96.0	94.0	190.0	95.0
28	155.0	75.0	230.0	115.0
29	134.0	120.0	254.0	127.0
30	125.0	259.0	384.0	192.0

Cuadro A 12. Número de panículas por planta de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Cuarta evaluación (25 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	168.0	154.0	322.0	161.0
2	126.0	173.0	299.0	149.5
3	193.0	201.0	394.0	197.0
4	124.0	142.0	266.0	133.0
5	190.0	280.0	470.0	235.0
6	172.0	161.0	333.0	166.5
7	178.0	198.0	376.0	188.0
8	223.0	209.0	432.0	216.0
9	169.0	133.0	302.0	151.0
10	320.0	291.0	611.0	305.5
11	156.0	248.0	404.0	202.0
12	121.0	113.0	234.0	117.0
13	130.0	172.0	302.0	151.0
14	222.0	180.0	402.0	201.0
15	198.0	206.0	404.0	202.0
16	180.0	193.0	373.0	186.5
17	98.0	181.0	279.0	139.5
18	182.0	118.0	300.0	150.0
19	145.0	147.0	292.0	146.0
20	112.0	86.0	198.0	99.0
21	144.0	150.0	294.0	147.0
22	176.0	153.0	329.0	164.5
Pecos	96.0	115.0	211.0	105.5
Común	155.0	90.0	245.0	122.5
Biloela	118.0	145.0	263.0	131.5
Nueces	140.0	65.0	205.0	102.5
27	149.0	108.0	257.0	128.5
28	178.0	172.0	350.0	175.0
29	206.0	203.0	409.0	204.5
30	171.0	399.0	570.0	285.0

Cuadro A 13. Peso fresco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Primera evaluación (24 de agosto). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	29.4	35.5	64.9	32.45
2	38.6	43.7	82.3	41.15
3	20.3	24.4	44.7	22.35
4	33.0	51.9	84.9	42.45
5	31.2	40.8	72.0	36.00
6	16.2	16.6	32.8	16.40
7	33.1	28.7	61.8	30.90
8	35.8	34.6	70.4	35.20
9	27.1	40.6	67.7	33.85
10	35.1	52.6	87.7	43.85
11	30.7	37.6	68.3	34.15
12	15.0	26.4	41.4	20.70
13	33.6	27.3	60.9	30.45
14	19.7	38.1	57.8	28.90
15	26.5	27.3	53.8	26.90
16	43.5	33.0	76.5	38.25
17	29.2	34.4	63.6	31.80
18	38.7	42.4	81.1	40.55
19	34.1	37.1	71.2	35.60
20	29.1	31.3	60.4	30.20
21	33.3	36.4	69.7	34.85
22	38.0	33.1	71.1	35.55
Pecos	23.4	34.9	58.3	29.15
Común	40.6	50.8	91.4	45.70
Biloela	20.7	15.6	36.3	18.15
Nueces	25.2	36.0	61.2	30.60
27	54.5	43.3	97.8	48.90
28	18.9	36.1	55.0	27.50
29	36.4	39.3	75.7	37.85
30	13.9	13.4	27.3	13.65

Cuadro A 14. Peso fresco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Segunda evaluación (13 de septiembre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	71.1	97.8	168.9	84.45
2	105.8	99.0	204.8	102.40
3	52.7	66.3	119.0	59.50
4	108.0	59.4	167.4	83.70
5	94.4	69.7	164.1	82.05
6	71.1	57.6	128.7	64.35
7	91.1	36.8	127.9	63.95
8	70.0	86.9	156.9	78.45
9	72.6	70.6	143.2	71.60
10	54.3	68.2	122.5	61.25
11	78.5	64.8	143.3	71.65
12	60.0	40.1	100.1	50.05
13	64.5	36.9	101.4	50.70
14	79.3	95.8	175.1	87.55
15	72.8	88.1	160.9	80.45
16	73.9	71.5	145.4	72.70
17	101.1	74.0	175.1	87.55
18	102.5	66.8	169.3	84.65
19	85.8	68.0	153.8	76.90
20	66.2	49.1	115.3	57.65
21	82.2	84.3	166.5	83.25
22	78.6	50.4	129.0	64.50
Pecos	70.8	87.1	157.9	78.95
Común	127.1	134.2	261.3	130.65
Biloela	51.7	113.6	165.3	82.65
Nueces	64.9	70.4	135.3	67.65
27	79.3	115.1	194.4	97.20
28	50.3	97.4	147.7	73.85
29	97.0	58.3	155.3	77.65
30	65.2	43.5	108.7	54.35

Cuadro A 15. Peso fresco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Tercera evaluación (4 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	107.4	100.3	207.7	103.85
2	133.4	178.0	311.4	155.70
3	105.5	67.9	173.4	86.70
4	144.7	132.3	277.0	138.50
5	119.0	125.7	244.7	122.35
6	85.0	82.1	167.1	83.55
7	91.2	68.0	159.2	79.60
8	97.2	90.0	187.2	93.60
9	66.5	88.1	154.6	77.30
10	66.4	77.9	144.3	72.15
11	89.6	70.7	160.3	80.15
12	99.0	85.7	184.7	92.35
13	148.9	93.8	242.7	121.35
14	82.5	85.8	168.3	84.15
15	119.0	115.5	234.5	117.25
16	66.5	132.3	198.8	99.40
17	88.0	117.6	205.6	102.80
18	153.4	108.0	261.4	130.70
19	111.5	101.5	213.0	106.50
20	45.5	112.9	158.4	79.20
21	126.0	62.1	188.1	94.05
22	125.9	93.9	219.8	109.90
Pecos	153.7	115.9	269.6	134.80
Común	186.9	129.3	316.2	158.10
Biloela	75.5	69.6	145.1	72.55
Nueces	122.3	74.1	196.4	98.20
27	114.9	147.9	262.8	131.40
28	96.5	61.1	157.6	78.80
29	110.0	109.6	219.6	109.80
30	104.8	47.7	152.5	76.25

Cuadro A 16. Peso fresco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Cuarta evaluación (25 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	210.5	185.7	396.2	198.1
2	188.3	235.6	423.9	212.0
3	192.8	201.1	393.9	197.0
4	266.9	142.0	408.9	204.5
5	206.4	241.5	447.9	224.0
6	160.3	205.3	365.6	182.8
7	151.5	160.0	311.5	155.8
8	245.4	197.0	442.4	221.2
9	158.3	164.6	322.9	161.5
10	174.1	206.9	381.0	190.5
11	176.2	113.1	289.3	144.7
12	115.0	133.0	248.0	124.0
13	244.8	222.1	466.9	233.5
14	184.2	166.8	351.0	175.5
15	203.8	154.1	357.9	179.0
16	105.8	209.5	315.3	157.7
17	225.7	175.3	401.0	200.5
18	271.3	269.4	540.7	270.4
19	173.7	135.4	309.1	154.6
20	162.0	156.0	318.0	159.0
21	171.5	181.2	352.7	176.4
22	211.2	104.5	315.7	157.9
Pecos	217.7	190.7	408.4	204.2
Común	323.5	260.8	584.3	292.2
Biloela	223.8	102.0	325.8	162.9
Nueces	132.3	139.1	271.4	135.7
27	333.7	303.2	636.9	318.5
28	198.2	204.5	402.7	201.4
29	195.7	151.5	347.2	173.6
30	103.4	83.5	186.9	93.5

Cuadro A 17. Peso seco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Primera evaluación (24 de agosto). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	7.3	8.7	16.0	8.0
2	7.7	7.9	15.6	7.8
3	4.6	4.9	9.5	4.8
4	7.6	8.6	16.2	8.1
5	7.7	8.0	15.7	7.9
6	3.8	3.7	7.5	3.8
7	6.0	7.0	13.0	6.5
8	7.0	7.5	14.5	7.3
9	5.5	7.9	13.4	6.7
10	6.0	10.0	16.0	8.0
11	4.3	6.2	10.5	5.3
12	3.6	5.3	8.9	4.5
13	5.7	4.3	10.0	5.0
14	3.9	7.2	11.1	5.6
15	6.2	6.0	12.2	6.1
16	8.1	6.5	14.6	7.3
17	5.6	5.8	11.4	5.7
18	5.9	7.6	13.5	6.8
19	6.9	6.8	13.7	6.9
20	4.6	5.7	10.3	5.2
21	7.1	6.4	13.5	6.8
22	7.1	7.1	14.2	7.1
Pecos	5.0	7.1	12.1	6.1
Común	7.5	9.2	16.7	8.4
Biloela	4.0	3.3	7.3	3.7
Nueces	5.4	6.9	12.3	6.2
27	8.1	7.6	15.7	7.9
28	4.0	7.1	11.1	5.6
29	6.2	6.9	13.1	6.6
30	3.2	3.8	7.0	3.5

Cuadro A 18. Peso seco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Segunda evaluación (13 de septiembre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	16.5	23.8	40.3	20.2
2	22.2	18.7	40.9	20.5
3	11.9	17.0	28.9	14.5
4	19.6	14.5	34.1	17.1
5	17.5	16.9	34.4	17.2
6	15.2	14.2	29.4	14.7
7	20.8	11.6	32.4	16.2
8	14.6	20.9	35.5	17.8
9	14.1	18.2	32.3	16.2
10	13.8	16.4	30.2	15.1
11	17.1	16.2	33.3	16.7
12	12.2	10.7	22.9	11.5
13	13.1	10.0	23.1	11.6
14	16.4	19.1	35.5	17.8
15	14.2	20.3	34.5	17.3
16	14.7	17.1	31.8	15.9
17	17.8	17.0	34.8	17.4
18	20.5	15.2	35.7	17.9
19	19.2	16.4	35.6	17.8
20	10.7	10.0	20.7	10.4
21	14.3	15.6	29.9	15.0
22	16.8	13.2	30.0	15.0
Pecos	14.4	17.4	31.8	15.9
Común	21.0	24.6	45.6	22.8
Biloela	10.2	23.1	33.3	16.7
Nueces	13.5	11.7	25.2	12.6
27	18.3	23.6	41.9	21.0
28	10.7	19.0	29.7	14.9
29	20.4	15.1	35.5	17.8
30	16.2	8.9	25.1	12.6

Cuadro A 19. Peso seco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Tercera evaluación (4 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	34.2	29.0	63.2	31.6
2	31.2	54.8	86.0	43.0
3	25.3	19.3	44.6	22.3
4	30.0	35.7	65.7	32.9
5	35.5	35.0	70.5	35.3
6	24.6	20.8	45.4	22.7
7	22.0	21.0	43.0	21.5
8	22.0	28.3	50.3	25.2
9	15.8	24.1	39.9	20.0
10	24.4	29.3	53.7	26.9
11	21.5	19.0	40.5	20.3
12	27.1	20.0	47.1	23.6
13	30.0	23.6	53.6	26.8
14	23.2	19.6	42.8	21.4
15	32.9	31.0	63.9	32.0
16	22.1	29.5	51.6	25.8
17	27.8	33.3	61.1	30.6
18	34.3	32.1	66.4	33.2
19	23.1	24.5	47.6	23.8
20	12.4	27.4	39.8	19.9
21	28.6	22.5	51.1	25.6
22	31.3	27.6	58.9	29.5
Pecos	32.7	32.4	65.1	32.6
Común	46.4	39.0	85.4	42.7
Biloela	19.6	19.0	38.6	19.3
Nueces	22.9	18.0	40.9	20.5
27	32.4	41.0	73.4	36.7
28	22.0	14.3	36.3	18.2
29	30.0	29.6	59.6	29.8
30	24.3	12.7	37.0	18.5

Cuadro A 20. Peso seco de raíz de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Cuarta evaluación (25 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	54.6	62.6	117.2	58.6
2	42.8	61.0	103.8	51.9
3	44.4	49.8	94.2	47.1
4	62.9	36.9	99.8	49.9
5	46.2	59.9	106.1	53.1
6	38.9	55.4	94.3	47.2
7	34.3	41.0	75.3	37.7
8	57.4	49.2	106.6	53.3
9	38.6	49.0	87.6	43.8
10	46.5	62.0	108.5	54.3
11	34.2	31.3	65.5	32.8
12	19.1	35.2	54.3	27.2
13	54.1	54.8	108.9	54.5
14	36.4	41.5	77.9	39.0
15	53.8	41.6	95.4	47.7
16	13.6	57.8	71.4	35.7
17	45.8	49.1	94.9	47.5
18	63.7	58.7	122.4	61.2
19	31.1	33.3	64.4	32.2
20	28.3	38.4	66.7	33.4
21	35.2	45.1	80.3	40.2
22	40.0	35.1	75.1	37.6
Pecos	40.0	50.9	90.9	45.5
Común	66.5	68.4	134.9	67.5
Biloela	43.3	31.0	74.3	37.2
Nueces	31.3	29.7	61.0	30.5
27	68.3	82.8	151.1	75.6
28	36.2	53.8	90.0	45.0
29	43.8	39.0	82.8	41.4
30	20.2	24.3	44.5	22.3

Cuadro A 21. Peso fresco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Primera evaluación (24 de agosto). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	121.4	118.2	239.6	119.8
2	99.0	105.4	204.4	102.2
3	118.0	120.0	238.0	119.0
4	139.0	136.5	275.5	137.8
5	103.0	114.6	217.6	108.8
6	80.5	69.9	150.4	75.2
7	108.0	123.4	231.4	115.7
8	100.6	136.2	236.8	118.4
9	97.5	102.2	199.7	99.9
10	97.7	121.7	219.4	109.7
11	92.0	101.6	193.6	96.8
12	88.6	110.5	199.1	99.6
13	93.0	74.3	167.3	83.7
14	87.0	95.6	182.6	91.3
15	81.4	73.6	155.0	77.5
16	97.0	86.8	183.8	91.9
17	85.6	83.9	169.5	84.8
18	115.0	101.7	216.7	108.4
19	96.5	90.0	186.5	93.3
20	80.0	91.1	171.1	85.6
21	79.0	90.0	169.0	84.5
22	101.1	95.1	196.2	98.1
Pecos	71.2	82.7	153.9	77.0
Común	90.0	99.7	189.7	94.9
Biloela	77.6	79.0	156.6	78.3
Nueces	115.8	99.7	215.5	107.8
27	104.0	94.0	198.0	99.0
28	72.4	107.9	180.3	90.2
29	107.0	106.2	213.2	106.6
30	79.5	75.6	155.1	77.6

Cuadro A 22. Peso fresco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Segunda evaluación (13 de septiembre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	260.0	360.0	620.0	310.0
2	310.0	304.0	614.0	307.0
3	310.0	405.0	715.0	357.5
4	300.0	410.0	710.0	355.0
5	333.4	259.0	592.4	296.2
6	296.0	290.0	586.0	293.0
7	315.0	260.0	575.0	287.5
8	309.5	330.0	639.5	319.8
9	250.0	295.0	545.0	272.5
10	280.0	289.0	569.0	284.5
11	279.9	332.0	611.9	306.0
12	300.0	290.0	590.0	295.0
13	230.0	225.0	455.0	227.5
14	221.3	320.0	541.3	270.7
15	275.0	251.0	526.0	263.0
16	232.5	329.0	561.5	280.8
17	310.0	280.0	590.0	295.0
18	270.0	290.0	560.0	280.0
19	230.0	255.0	485.0	242.5
20	179.5	230.0	409.5	204.8
21	210.3	270.0	480.3	240.2
22	265.0	261.0	526.0	263.0
Pecos	260.0	260.0	520.0	260.0
Común	256.0	329.0	585.0	292.5
Biloela	298.8	335.0	633.8	316.9
Nueces	250.0	300.0	550.0	275.0
27	285.0	340.0	625.0	312.5
28	217.0	362.0	579.0	289.5
29	293.9	304.0	597.9	299.0
30	306.9	290.0	596.9	298.5

Cuadro A 23. Peso fresco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Tercera evaluación (4 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	380.0	251.0	631.0	315.5
2	437.5	344.0	781.5	390.8
3	376.2	370.0	746.2	373.1
4	457.0	246.0	703.0	351.5
5	355.5	340.0	695.5	347.8
6	341.8	300.0	641.8	320.9
7	370.0	358.0	728.0	364.0
8	396.3	319.0	715.3	357.7
9	233.2	340.0	573.2	286.6
10	334.9	300.0	634.9	317.5
11	255.8	298.0	553.8	276.9
12	391.0	320.0	711.0	355.5
13	346.0	283.0	629.0	314.5
14	311.8	295.0	606.8	303.4
15	306.5	272.0	578.5	289.3
16	295.4	305.0	600.4	300.2
17	287.5	294.0	581.5	290.8
18	365.7	337.0	702.7	351.4
19	280.0	252.0	532.0	266.0
20	184.0	275.0	459.0	229.5
21	302.2	182.0	484.2	242.1
22	261.0	255.0	516.0	258.0
Pecos	289.2	294.0	583.2	291.6
Común	337.0	293.0	630.0	315.0
Biloela	300.0	306.0	606.0	303.0
Nueces	375.9	289.0	664.9	332.5
27	331.0	230.0	561.0	280.5
28	338.8	222.0	560.8	280.4
29	373.5	336.0	709.5	354.8
30	343.2	317.0	660.2	330.1

Cuadro A 24. Peso fresco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Cuarta evaluación (25 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	410.0	420.0	830.0	415.0
2	580.0	490.0	1070.0	535.0
3	460.0	460.0	920.0	460.0
4	465.0	470.0	935.0	467.5
5	390.0	435.0	825.0	412.5
6	410.0	355.0	765.0	382.5
7	490.0	500.0	990.0	495.0
8	410.0	460.0	870.0	435.0
9	380.0	445.0	825.0	412.5
10	475.0	525.0	1000.0	500.0
11	445.0	500.0	945.0	472.5
12	425.0	400.0	825.0	412.5
13	380.0	430.0	810.0	405.0
14	390.0	435.0	825.0	412.5
15	420.0	480.0	900.0	450.0
16	340.0	340.0	680.0	340.0
17	420.0	410.0	830.0	415.0
18	430.0	390.0	820.0	410.0
19	360.0	340.0	700.0	350.0
20	375.0	360.0	735.0	367.5
21	270.0	350.0	620.0	310.0
22	405.0	355.0	760.0	380.0
Pecos	330.0	370.0	700.0	350.0
Común	380.0	380.0	760.0	380.0
Biloela	440.0	540.0	980.0	490.0
Nueces	380.0	360.0	740.0	370.0
27	430.0	445.0	875.0	437.5
28	360.0	370.0	730.0	365.0
29	500.0	480.0	980.0	490.0
30	390.0	405.0	795.0	397.5

Cuadro A 25. Peso seco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Primera evaluación (24 de agosto) UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	27.8	27.2	55.0	27.5
2	18.6	19.9	38.5	19.3
3	21.9	22.9	44.8	22.4
4	27.5	24.8	52.3	26.2
5	20.1	26.4	46.5	23.3
6	15.4	13.1	28.5	14.3
7	22.0	32.5	54.5	27.3
8	18.9	26.3	45.2	22.6
9	19.9	21.5	41.4	20.7
10	18.9	23.9	42.8	21.4
11	18.6	21.9	40.5	20.3
12	16.4	18.9	35.3	17.7
13	16.8	13.1	29.9	15.0
14	17.0	24.9	41.9	21.0
15	16.1	14.3	30.4	15.2
16	18.8	17.2	36.0	18.0
17	15.0	13.5	28.5	14.3
18	20.0	17.0	37.0	18.5
19	19.4	21.9	41.3	20.7
20	12.9	14.2	27.1	13.6
21	14.6	16.6	31.2	15.6
22	19.6	17.9	37.5	18.8
Pecos	13.7	14.5	28.2	14.1
Común	17.8	18.2	36.0	18.0
Biloela	15.9	12.9	28.8	14.4
Nueces	22.3	19.7	42.0	21.0
27	18.4	17.0	35.4	17.7
28	12.6	19.0	31.6	15.8
29	22.5	21.2	43.7	21.9
30	18.5	18.2	36.7	18.4

Cuadro A 26. Peso seco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Segunda evaluación (13 de septiembre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	75.9	98.4	174.3	87.1
2	80.0	68.4	148.4	74.2
3	82.8	98.8	181.6	90.8
4	77.1	93.2	170.3	85.2
5	80.8	61.9	142.7	71.4
6	79.8	69.5	149.3	74.7
7	92.8	71.2	164.0	82.0
8	81.3	71.5	152.8	76.4
9	68.0	76.5	144.5	72.3
10	76.1	64.5	140.6	70.3
11	75.9	80.8	156.7	78.4
12	77.2	67.3	144.5	72.3
13	58.0	51.2	109.2	54.6
14	59.3	73.5	132.8	66.4
15	68.3	60.7	129.0	64.5
16	63.5	73.5	137.0	68.5
17	72.9	59.1	132.0	66.0
18	65.5	59.4	124.9	62.5
19	61.9	64.2	126.1	63.1
20	36.2	52.8	89.0	44.5
21	56.5	63.5	120.0	60.0
22	73.5	61.9	135.4	67.7
Pecos	64.0	61.0	125.0	62.5
Común	61.1	78.3	139.4	69.7
Biloela	72.4	81.2	153.6	76.8
Nueces	62.8	62.3	125.1	62.6
27	72.5	76.6	149.1	74.6
28	52.7	74.2	126.9	63.5
29	86.2	73.9	160.1	80.1
30	81.5	73.2	154.7	77.4

Cuadro A 27. Peso seco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Tercera evaluación (4 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	133	128	261	130.5
2	128	148	276	138.0
3	118	138	256	128.0
4	138	118	256	128.0
5	113	118	231	115.5
6	118	108	226	113.0
7	128	138	266	133.0
8	128	118	246	123.0
9	78	128	206	103.0
10	118	158	276	138.0
11	88	148	236	118.0
12	128	108	236	118.0
13	98	93	191	95.5
14	108	108	216	108.0
15	108	103	211	105.5
16	103	113	216	108.0
17	88	118	206	103.0
18	108	108	216	108.0
19	98	88	186	93.0
20	58	98	156	78.0
21	108	88	196	98.0
22	88	128	216	108.0
Pecos	98	108	206	103.0
Común	118	148	266	133.0
Biloela	93	108	201	100.5
Nueces	118	113	231	115.5
27	113	128	241	120.5
28	108	88	196	98.0
29	133	138	271	135.5
30	108	118	226	113.0

Cuadro A 28. Peso seco de forraje de 26 híbridos experimentales y cuatro variedades comerciales de zacate buffel. Cuarta evaluación (25 de octubre). UAAAN, Saltillo, Coah. 2012.

Genotipos	Bloques		Suma	Media
	I	II		
1	167.0	177.0	344.0	172.0
2	187.0	177.0	364.0	182.0
3	157.0	177.0	334.0	167.0
4	167.0	177.0	344.0	172.0
5	127.0	147.0	274.0	137.0
6	147.0	157.0	304.0	152.0
7	167.0	177.0	344.0	172.0
8	167.0	167.0	334.0	167.0
9	137.0	177.0	314.0	157.0
10	157.0	197.0	354.0	177.0
11	137.0	187.0	324.0	162.0
12	137.0	132.0	269.0	134.5
13	117.0	147.0	264.0	132.0
14	127.0	167.0	294.0	147.0
15	147.0	177.0	324.0	162.0
16	97.0	147.0	244.0	122.0
17	127.0	137.0	264.0	132.0
18	127.0	127.0	254.0	127.0
19	107.0	107.0	214.0	107.0
20	97.0	117.0	214.0	107.0
21	77.0	117.0	194.0	97.0
22	127.0	157.0	284.0	142.0
Pecos	97.0	127.0	224.0	112.0
Común	127.0	157.0	284.0	142.0
Biloela	137.0	187.0	324.0	162.0
Nueces	107.0	82.0	189.0	94.5
27	147.0	157.0	304.0	152.0
28	97.0	167.0	264.0	132.0
29	167.0	167.0	334.0	167.0
30	117.0	137.0	254.0	127.0