

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



**Establecimiento de 90 cruzas triples de zacate buffel
(*Pennisetum ciliare* L.) y digestibilidad *in vitro* de nueve
variedades utilizadas como progenitores masculinos en las
cruzas triples**

Por:

ALAN ALEJANDRO GUTIÉRREZ VENEGAS

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Abril del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Establecimiento de 90 cruzas triples de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) y digestibilidad *in vitro* de nueve variedades utilizadas como progenitores masculinos en las cruas triples

Por:

ALAN ALEJANDRO GUTIÉRREZ VENEGAS

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Tesis

Presidente del Jurado



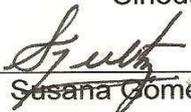
Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Sinodal



Dr. Jorge R. González Domínguez

Sinodal



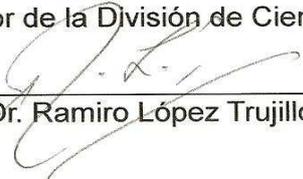
Susana Gómez Martínez

Sinodal Suplente

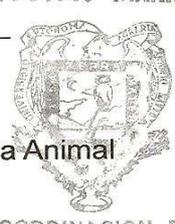


Dr. Juan M. Martínez Reyna

Coordinador de la División de Ciencia Animal



Dr. Ramiro López Trujillo


COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Establecimiento de 90 cruas triples de zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) y digestibilidad *in vitro* de nueve variedades utilizadas como progenitores masculinos en las cruas triples

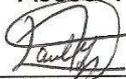
Por:

ALAN ALEJANDRO GUTIÉRREZ VENEGAS

TESIS

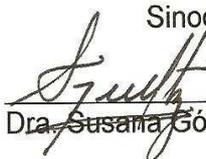
DIRECCIÓN DE TESIS

Asesor Principal

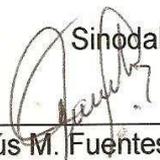


Dr. Jorge R. González Domínguez

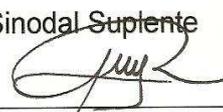
Sinodal


Dra. Susana Gómez Martínez

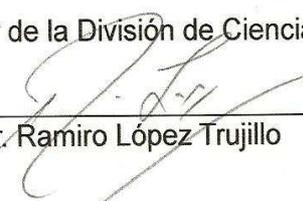
Sinodal


Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Sinodal Suplente


Dr. Juan M. Martínez Reyna

Coordinador de la División de Ciencia Animal


Dr. Ramiro López Trujillo
COORDINACIÓN DE
CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Abril de 2011

AGRADECIMIENTOS

A Dios sobre todas las cosas por haberme dado la vida y me permitió concluir mi carrera profesional iluminándome en todo momento y no me permitió desfallecer en el camino.

A la **Dra. Susana Gómez Martínez** y a el **Dr. Jorge Raúl González Domínguez** por haberme dado la oportunidad de realizar mi trabajo de tesis, por compartir sus experiencias profesionales conmigo, pero más en especial por su amistad que me brindaron.

Al **Dr. Jesús Manuel Fuentes Rodríguez** por su apoyo y dedicación en la revisión de este trabajo.

A la **L.C.N. Laura Marisela Lara López** por su amistad y su apoyo en la obtención de los datos de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres por haberme traído a este mundo, por su comprensión, amor y cariño que me han brindado, sobre todo por enseñarme a luchar en la vida con responsabilidad, honradez y ser un hombre de bien.

Aquellas manos que oraron por mi cada día y me apoyaron en todo momento, de las que aprendí que la dedicación, paciencia y fe en Dios son la llave que abre todas las puertas, esas manos son las de mi madre **Verónica Venegas Márquez**.

A mi hermana **Sayra Ivonne Gutiérrez Venegas** en la que encontré el cariño, la confianza y motivación para ser una influencia positiva en su vida.

A mi novia **Dalia López López** que siempre me apoyo me dio su comprensión y me dio su confianza para llegar a esta etapa de mi vida.

A mi padre **Jesús Gutiérrez Carmona** y mi abuelita **María Luisa Carmona Miranda** por sus consejos y bendiciones.

A la **Familia Martínez García Díaz** por abrirme las puertas de su casa y muy en especial a mi amigo Don **Ricardo Martínez Rivera** por sus consejos y comprensión gracias con mucho respeto le dedico este humilde trabajo.

Y también dedico este trabajo a todas las manos amigas que me apoyaron a seguir adelante es este proyecto de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	<i>Página</i>
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Origen del Zacate Buffel.....	5
Distribución Geográfica.....	5
Distribución Mundial.....	5
El Zacate Buffel en América.....	6
El Zacate Buffel en México.....	6
Clasificación Taxonómica.....	7
Morfología del Zacate Buffel.....	8
Adaptación.....	9
Factores Edáficos.....	9
Factores Climáticos.....	10
Importancia del Zacate Buffel.....	11
Potencial Forrajero del Zacate Buffel.....	13
Manejo de Potreros.....	15
Utilización del Zacate Buffel.....	16
Reproducción del Zacate Buffel.....	17
Enfermedades.....	18
Variedades.....	20
Variedades Altas.....	20

Variedades Medianas.....	22
Variedades Bajas.....	23
Valor Nutritivo de Zacate Buffel.....	24
Mejoramiento para Calidad de Forraje.....	26
Digestibilidad.....	26
Digestibilidad Aparente y Real.....	27
Población Microbiana del Rumen y su Actividad sobre los Alimentos.....	28
Digestibilidad de la Pared Celular de los Forrajes.....	31
Digestibilidad de Pastos en Rumiantes.....	32
Métodos de Digestibilidad.....	33
Técnica de Digestibilidad <i>In Vivo</i>	33
Técnica de Digestibilidad <i>In Situ</i>	33
Técnica de Digestibilidad <i>In Vitro</i>	35
Factores que Influyen en la Digestibilidad.....	36
Factores Dependientes del Animal.....	36
Factores Dependientes del Alimento.....	37
Otros Factores.....	39
MATERIALES Y MÉTODOS.....	40
Sitios Experimentales.....	40
Experimento sobre Establecimiento.....	40
TAM CRD B-1s.....	40
Común.....	41
Zaragoza-115.....	41
AN17PS (H-17).....	42
Común II.....	42
Nueces.....	43
Biloela.....	43
Higgins.....	43
Formidable.....	44
Experimento sobre la Digestibilidad <i>In Vitro</i>	45
Determinación de la Materia Seca.....	45

Digestibilidad <i>In Vitro</i>	47
Preparación de las Sales Minerales (Soluciones Buffer A y B).....	47
Extracción de Líquido Ruminal.....	48
Determinación de la Digestibilidad <i>In Vitro</i>	48
Diseño Experimental.....	50
Análisis Estadístico.....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
Establecimiento de Cruzas Triples.....	51
Resultados para Digestibilidad <i>In Vitro</i>	57
CONCLUSIONES.....	65
LITERATURA CITADA.....	66

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Plantas de zacate buffel por parcela, número de parcelas y porcentaje para las parcelas. Zaragoza, Coahuila.....	51
2	Análisis de varianza del establecimiento de 90 cruza triples de zacate buffel.....	52
3	Comparación de medias para el número de plantas establecidas por parcela de las cruza triples derivadas de 10 hembras sexuales y porcentaje de establecimiento de zacate buffel.....	54
4	Comparación de las medias para número de plantas establecidas por parcela de las cruza triples de zacate buffel derivadas de nueve machos de reproducción apomíctica y porcentaje correspondiente de establecimiento.....	55
5	Análisis de varianza de digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca de nueve variedades de zacate buffel a diferentes tiempos de incubación. Saltillo, Coahuila, 2010.....	58
6	Comparación de medias del coeficiente de digestibilidad <i>in vitro</i> (%) de la materia seca en nueve variedades de zacate buffel a diferentes tiempos de incubación. Saltillo, Coahuila, 2010.....	60

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Establecimiento promedio de las cruzas triples de diez hembras F ₁ con cada uno de nueve machos y establecimiento específico de las cruzas triples de cuatro hembras con cada uno de los nueve machos.....	56
2	Promedio de digestibilidad de la materia seca (%) de nueve variedades de zacate buffel a diferentes tiempos de incubación.....	62
3	Digestibilidad de la materia seca de nueve variedades de zacate buffel a diferentes tiempos de incubación.....	63

INTRODUCCIÓN

La explotación pecuaria a nivel mundial representa un papel muy importante en la conversión de forraje no asimilable por el hombre, en productos asimilables como: carne, leche y huevo para su alimentación. La ganadería y la industria de la carne en México es una de las actividades más importantes en el sector agropecuario del país y es tal vez la actividad más diseminada en el medio rural.

En nuestro país las áreas de pastizales proporcionan el 95% del alimento para el ganado (Cazares *et al.*, 1985), sin embargo, la utilización indiscriminada de los pastizales, tala inmoderada y la escasa precipitación que se registra en las áreas ganaderas del norte del país, han contribuido a que los agostaderos estén muy por debajo de su potencial de producción forrajera. Este deterioro de los pastizales difícilmente se remedia a corto plazo mediante prácticas de manejo como reducción de la carga animal o la rotación de pastoreo. Una de las soluciones practicas es la siembra de especies para mejorar la condición de los pastizales, y por tanto la ganancia animal.

El alto costo y riesgo de las resiembras y la baja producción de las especies nativas han obligado a los ganaderos a la búsqueda de nuevas especies que se adapten a las condiciones áridas del país. Una de estas alternativas es el zacate buffel (*Pennisetum ciliare* L.) que es una especie

forrajera perenne, originaria del país de Sudáfrica. Sus características de buen establecimiento, alta producción de biomasa, buena producción de semilla y relativa tolerancia a la sequía la han convertido en la especie forrajera más importante para la ganadería extensiva del norte de México y sur de Texas.

El zacate buffel se dispersó en el sur de Texas y noroeste de México tras la liberación de la línea T-4464 (buffel Común) a mediados del siglo pasado, llegando a ocupar años después más de 4 millones de hectáreas entre la parte americana y mexicana donde puede considerársele un pasto naturalizado. Aún cuando este zacate es una forrajera importante en amplias regiones del mundo, muy pocas variedades comerciales han sido desarrolladas, y los criterios de selección utilizados han sido, la mayoría de las veces, aquellos importantes para su adaptación a condiciones marginales del clima principalmente.

Buffel Común, es la variedad más utilizada en el continente americano, es muy resistente a la sequía por lo cual se le ha utilizado en la ganadería extensiva de las regiones semiáridas con lluvias de verano, donde su producción forrajera supera aquella de la vegetación nativa. Común, es una simple selección de material introducido al sur de los Estados Unidos antes de 1950. Nueces, un híbrido apomíctico desarrollado en la Universidad de Texas A&M, es un material rizomatoso con mejorada sobrevivencia a las heladas y en este aspecto superior a Común. El único híbrido apomíctico desarrollado en México, es AN17PS el cual se le conoce también como híbrido 17 en nuestro

país y como Pecos en Texas. La mezcla comercial de H 17 con otros materiales se conoce como Laredo.

La selección de plantas de zacate buffel con mayor capacidad de establecimiento puede contribuir a reducir los riesgos que presentan las resiembras cuando se utiliza semilla o garantiza prácticamente la obtención de resultados favorables cuando se recurre a la plantación de material vegetativo o transplante. El primer paso para lograr un pastizal deseable es lograr una población adecuada por unidad de superficie para lo cual es importante el uso de semilla o material vegetativo de variedades mejoradas en su capacidad de establecimiento.

Los aspectos de calidad del forraje, prácticamente no han sido considerados entre los criterios de selección en los programas de mejoramiento de esta especie. En un programa de hibridación es de importancia evaluar los materiales a utilizar como progenitores en cuanto al aprovechamiento que puede hacer el ganado del forraje que consume. La prueba de digestibilidad *in vitro* es una técnica sencilla y rápida que permite predecir la digestibilidad en varias especies forrajeras con una eficiencia de 98 por ciento.

Objetivos. Los objetivos de la presente investigación fueron conocer la capacidad de diez híbridos F₁ de reproducción sexual de zacate buffel utilizados como progenitores femeninos (hembras) y nueve progenitores masculinos

apomíticos (machos) para producir híbridos triples de zacate buffel con capacidad aceptable para establecerse mediante plantación de material vegetativo y también la digestibilidad *in vitro* de las variedades comerciales y líneas experimentales utilizadas como machos en la formación de los híbridos triples.

Palabras clave. Zacate buffel, cruza triples, apomítica, establecimiento, transplante, digestibilidad, digestibilidad *in vitro*, incubación,

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Zacate Buffel

Bashaw (1985) menciona que el centro de origen del zacate buffel se encuentra en Sudáfrica, esta aseveración es con base en la gran variabilidad de especies encontradas en el Transvaal y Provincias del Cabo; de ahí se distribuyó hacia los pastizales áridos del norte de África y hacia al oeste de la India.

Distribución Geográfica

La distribución geográfica del zacate buffel a nivel mundial se encuentra limitada a latitudes que van de 30° N a 30° S, aunque en Australia ha mostrado buen potencial a 34° de latitud Sur (Flemons y Whalley, 1958).

Distribución Mundial

El zacate buffel está distribuido en Kenya, Sudáfrica, noroeste de Australia. Paull y Lee (1978), mencionan que la introducción del zacate buffel al noroeste de Australia, fue entre 1870 y 1880 en forma accidental en arneses de camellos afganos. De acuerdo a Cavaye (1998), a esa fecha la superficie ocupada con esta especie en Australia asciende a 2.4 millones de hectáreas. En varios reportes se menciona que el zacate buffel se encuentra distribuido en

regiones áridas y subtropicales de África, Australia, India, Arabia, noroeste de México y sur de Texas (Hatch y Hussey, 1991; Hussey y Bashaw, 1990; Ibarra *et al.*, 1991).

El Zacate Buffel en América

La presencia del zacate buffel en el continente Americano se inició hace más de 80 años con la introducción y evaluación de materiales en Angleton y Temple, Tx, en 1917 y 1918 respectivamente. Estas pruebas fracasaron porque se realizaron muy al norte y sobre suelos arcillosos y pesados (Hanselka, 1988). Su dispersión en el continente se inició con la colecta en el norte de Kenia de la variedad Común y su introducción en 1946 en San Antonio, Texas. En 1949 fue liberado con el número de identificación Texas-4464, por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (Holt, 1985). La superficie actual de zacate buffel en Texas es de dos millones de hectáreas (Ocumpaugh y Rodriguez, 1998).

El Zacate Buffel en México

El zacate buffel se introdujo a México a mediados de los años 50 por dos partes: por el sureste por el Campo Agrícola Experimental de Cotaxtla, Veracruz y por el norte por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (Ayerza, 1981; Romero, 1981; Ocumpaugh y Rodriguez, 1998). En nuestro país presenta un amplio grado de adaptación desde el trópico y subtrópico hasta al altiplano y zonas áridas (Garza *et al.*, 1973). Se considera un pasto naturalizado

a nuestras condiciones, actualmente se ha convertido en la especie forrajera más importante para la ganadería extensiva del norte de México y sur de Texas, su superficie es mayor a la que ocupó el trigo (1,650,000 ha) en 1969. Cubre aproximadamente 2,000,000 de ha, Tamaulipas, con 500,000 ha, es el estado con mayor superficie ocupada con este pasto, seguido de Sonora con 350,000, Nuevo León 300,000, Michoacán 70,000, Yucatán 60,000, Coahuila 55,000 y Sinaloa con 32,000 ha (Jaramillo, 1994).

Hussey (1985) reporta que el zacate buffel ocupa 4 millones de ha, entre el sur de Texas y norte de México.

Clasificación Taxonómica

El zacate buffel se clasifica como sigue:

Reino	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotiledoneae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Gramineae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Paniceae
Género	<i>Cenchrus</i>
Especie	<i>ciliaris</i>

Sin embargo, algunos autores consideran que debe ser colocado en el

género *Pennisetum*, y llamarlo por lo tanto, *Pennisetum ciliare* (Robles *et al.*, 1990), actualmente este es el nombre científico de la especie.

Morfología del Zacate Buffel

El zacate buffel es una planta perenne, amacollada, de clima cálido, rizomatosa y con tallos erectos; sus tallos alcanzan una altura de 0.50 a 1.20 m dependiendo de la variedad. El sistema radicular es profundo y bien desarrollado, lo que capacita a estas plantas a resistir períodos prolongados de sequía y pastoreos pesados (Robles *et al.*, 1990). Posee hábitos de crecimiento variable desde tipos extendidos para pastizales hasta tipos erectos para heno.

Las vainas son comprimidas, glabras o escasamente pilosas, con una lígula ciliada diminuta de 1 a 3 a 1 a 8 mm de largo (Ackerman y Gordon, 1991). Las hojas son alargadas delgadas, generalmente aplanadas, un poco ásperas y ligeramente vellosas, de 8 a 30 cm de largo y de 2.5 a 8 mm de ancho. Se encuentra una hoja en cada nudo del tallo (Cantú, 1989).

La inflorescencia del zacate buffel es una panícula densa, cilíndrica de 10-12 cm de longitud y de 4 a 10 cm de ancho. Las aristas o barbas miden de 4 a 10 mm de largo. Presenta espiguillas en grupos de dos a tres, rodeadas y envueltas por un abrojo espinoso (involucro o fascículo) compuesto por numerosas cerdas soldadas, el pedúnculo es corto y grueso articulado en su base, se desprende fácilmente al madurar (Robles *et al.*, 1990). Las florecillas

individuales miden de 2.5 a 5 mm de largo. El grano o cariósido es ovoide, de 1.4 a 1.9 mm de largo y aproximadamente 1 mm de diámetro (Rodríguez, 1998).

Adaptación

Varios factores limitan el rango de adaptación del zacate buffel, estos incluyen su limitada tolerancia al frío, susceptibilidad al salivazo, enfermedades fungosas y sensibilidad a suelos inundables y salinos (de León, 1973).

Factores Edáficos

Los suelos de textura de migajón-arenoso son los más adecuados para un buen desarrollo del zacate buffel (Cox *et al.*, 1988). Por el contrario el establecimiento falla en suelos poco profundos y pesados con problemas de drenaje (Anderson, 1970; Holt, 1985). Dentro de los suelos de migajón-arenoso, los suelos con un pH ligeramente alcalino son más aptos para el establecimiento, que los suelos ligeramente ácidos (Williamson y Pinkerton, 1985). Análisis de laboratorio indican que la acidez afecta la germinación de la semilla del buffel, suelos con pH de 3 reducen la germinación en un 25% y se inhibe con pH menores de 2 (Ryan *et al.*, 1975). Esta especie es menos tolerante a la salinidad que el zacate rhodes (*Chloris gayana*) (Paull y Lee, 1978).

Mutz y Scifres (1975); Agostini *et al.*, (1981) encontraron que el zacate buffel emerge cuando se siembra en suelos arenosos, arcillosos y limosos; pero

la emergencia se reduce a medida que el contenido de arena, limo o arcilla se aproxima al 100%. Por otro lado Williamson y Pinkerton (1985) mencionan que los suelos extremadamente arenosos y arcillosos son inadecuados para la siembra del zacate buffel. Los suelos con 30% de arcilla son inadecuados y se empieza a tener problemas con solo 20%.

Factores Climáticos

El rango de adaptación del zacate buffel es en regiones que van desde el nivel del mar hasta 2000 msnm. Esta variación se debe al efecto combinado de altitud y latitud, en donde la temperatura disminuye a medida que ambas se incrementan. Cox *et al.*, (1988) mencionan que el zacate buffel no persiste en localidades donde la media de temperatura mínima en el mes más frío es inferior a 5°C y la lluvia durante la latencia excede de 300 mm.

Es un zacate propio para el período cálido del año, comprendido entre mediados de la primavera y el otoño avanzado (Parodi, 1964). La planta empieza a crecer cuando la temperatura mínima promedio es superior a los 10°C, aunque el crecimiento activo se presenta en verano cuando la temperatura mínima promedio es entre 15 y 20°C y la máxima promedio es menor de 40°C en el sur de África (Ibarra *et al.*, 1991).

Con base en una escala de rangos de 1 a 3 para medir la tolerancia a heladas como “buena”, “regular” y “pobre” respectivamente, el zacate buffel tiene una tolerancia “pobre” a las heladas mientras que especies nativas como los zacates navajita azul, banderilla, búfalo, gigante y el zacatón alcalino tienen una tolerancia “buena” (Welch y Haferkamp, 1987). Heladas de -12°C pueden matar las plantas de zacate buffel Común, sin embargo, el buffel Azul puede tolerar temperaturas de -19°C a -20°C.

El zacate buffel es una especie tolerante a la sequía. En Arizona tiene un buen desarrollo en lugares con 280-400 mm de precipitación (Arizona Interagency Range Technical Sub-committee, 1973). En el norte, centro de Kenia y sur de Etiopía, donde el zacate buffel se desarrolla de forma natural, la precipitación varía de 200-400 mm (National Animal Husbandry Research Station Annual Report from Naivasha, Kenya; citado por Cox *et al.*, 1988).

Importancia del Zacate Buffel

La facilidad de establecimiento, tolerancia al pastoreo y su habilidad para sobrevivir períodos prolongados de sequía han contribuido al éxito del zacate buffel en los agostaderos. Se ha convertido en una especie deseable para resiembras en ranchos y mejoramiento de pastizales (Hussey y Bashaw, 1990). La superficie de 2,000,000 ha ocupadas en el norte de México y sur de Texas con este pasto nos da una idea de la importancia que su manejo y

mejoramiento representa para la ganadería nacional; así mismo en Estados Unidos se le esta dando un uso intensivo y este tiende a desplazarse cada vez más hacia el norte.

Hanselka (1988) menciona que la introducción del zacate buffel revolucionó la ganadería extensiva en el sur de Texas y norte de México, al aumentar la productividad forrajera, lo que permitió incrementar la carga de 12 a 4 ha por unidad animal. Además es muy digestible y de buena calidad nutritiva, resistente al pastoreo y de buena aceptación por el ganado. Una de sus cualidades es su alto potencial de producción, ya que produce entre 2 y 10 veces más forraje que los agostaderos nativos (Ibarra *et al.*, 1991; Hanselka, 1988).

Bovinos, ovinos, caprinos y equinos pueden apacentar este pasto y también puede cortarse para suministrarse en verde, ensilados o henificados en forma de pelets, etc. además de ser una excelente fuente de forraje para producir carne, leche y lana, tiene buenos rendimientos de semilla que representan un producto extra para el ganadero, para el desarrollo de una ganadería más redituable (Eguiarte, 1991).

Sáenz (2000) menciona que en agostaderos de temporal en Nuevo León y Coahuila se tienen muy buenos resultados, debido a su potencial forrajero,

han aumentado la carga animal por hectárea y los pesos promedios de becerros al destete a los 8 meses de edad han aumentado 60 kg.

Esta especie es considerada como un zacate de gran valor para heno y pastoreo en las regiones más secas y de agricultura extensiva de África del Sur, hasta el norte de la Provincia del Transvaal. Se cultiva en praderas permanentes en el este y centro de África así como en el norte de Australia. En la India es uno de los zacates más utilizados y más importantes para heno natural (Whyte *et al.*, 1959).

La verdadera importancia del zacate buffel radica en su utilización bajo condiciones de temporal. Osuna (1986) reporta en Zaragoza, Coahuila, bajo condiciones de temporal, con 448.5 mm de precipitación, rendimientos experimentales de 26.5 tn/ha de materia seca con la variedad Zaragoza-115.

Potencial Forrajero del Zacate Buffel

La cobertura basal y densidad de plantas determinan la producción forrajera; esta se ve fuertemente influenciada por: la variedad, textura, profundidad y fertilidad del suelo, fotoperíodo, temperatura, precipitación y grado de utilización.

En evaluaciones de ocho años bajo temporal con 30 diferentes materiales en Ocampo, Coahuila. Se obtuvo un rango promedio de producción de forraje seco de 1,035 kg/ha para una línea experimental hasta 11,130 kg/ha para Llano (González *et al.*, 1990).

Torres (2005) en Zaragoza, Coahuila reporta rendimientos de forraje verde de 23.187 tn/ha para el híbrido AN17PS, 31.831 tn/ha para Z-115, 20.075 tn/ha para Común II, 29.337 tn/ha para Formidable, 27.056 tn/ha para Nueces y 27.363 tn/ha para Higgins.

Holt y Bashaw (1976), mencionan que bajo condiciones de riego, en el estado de Texas, el zacate buffel es más digestible y aceptable para el ganado y produce más forraje que el zacate bermuda de la Costa. Woodward (1980) señala que el zacate buffel Común en Weslaco, Texas, ha producido rendimientos experimentales promedio de tres años, de 20.9 y 13.5 tn/ha de materia seca bajo riego y temporal, respectivamente.

Robles *et al.*, (1990) mencionan que en una pradera bien establecida cerca de Hermosillo, Sonora, con un solo corte después de concluir la temporada de lluvias se obtuvieron 2.5 tn/ha de materia seca, en un año donde la precipitación estuvo muy por debajo del promedio. De acuerdo a Enríquez (1997) la producción de forraje verde por corte es de 8 a 10 tn/ha bajo riego,

considerando que se puede obtener de cinco a siete cortes por año.

Se evaluó bajo condiciones de temporal la adaptación y producción de forraje de diferentes especies de zacates perennes, los rendimientos de materia seca obtenidos fueron: buffel 2.4, panizo azul 0.9, zacate africano 0.7, klein y boer 0.6 tn/ha. La producción y adaptación del zacate buffel fue muy superior en comparación con las otras especies (Enríquez, 1997).

En un estudio realizado por Cid *et al.*, (1981) en el estado de Sonora, con diferentes especies de zacates, se obtuvieron rendimientos 3.9, 2.9 y 1.7 tn/ha para zacate buffel, panizo y klein respectivamente, el zacate buffel fue superior a las otras dos especies.

Manejo de Potreros

Eguiarte (1991) recomienda que en el año de establecimiento de la pradera de zacate buffel, su aprovechamiento sea hasta septiembre-octubre, cuando las plantas han espigado y producido semilla. El ganado debe introducirse para que tumbe e incorpore la semilla al suelo favoreciendo su dispersión, los animales consumirán toda la pastura y maleza presentes, depurando y mejorando notablemente la condición de la pradera. Cuando se disponga de riego, el manejo de la pradera deberá ser más intensivo y en su utilización deberá planearse un sistema de apacentamiento rotacional con

períodos de descanso de 28 a 35 días.

Hanselka y Johnson (1991) mencionan que el uso del sistema de pastoreo de cuatro potreros y un hato ha permitido, en el condado de Zapata, Texas, un aumento de 75% en la carga animal. Después de un segundo o tercer año de uso de la pradera, se recomienda que se pase una rastra ligera de discos en terrenos húmedos para fraccionar los macollos y propagarlos en el terreno para cubrir toda el área (Eguiarte, 1991).

Saldívar (1990) menciona que con la resiembra del zacate buffel en Tamaulipas el potencial ganadero se incrementó en áreas con poca precipitación pluvial, de la misma forma en áreas con precipitación superior de 800 mm, el rendimiento de forraje por ha se incremento ocasionando un aumento de 400% en la carga animal.

Utilización del Zacate Buffel

Bashaw (1981) menciona que el zacate buffel se puede utilizar para alimentar todo tipo de ganado, las principales formas para su utilización son: pastoreo directo y heno.

El zacate buffel es excelente para el control de la erosión, ya que su sistema radicular bien desarrollado puede alcanzar hasta 2.40 m de

profundidad. Es un poderoso restaurador de suelo, por lo que se ha utilizado para regenerar suelos agotados y áreas degradadas por un mal manejo de ganado.

La utilización del zacate buffel en el primer año de establecimiento puede realizarse de acuerdo con los planes de manejo de cada rancho, ya sea de apacentamiento, corte en verde o henificado en forma de pacas. En condiciones de temporal, los primeros tres meses de crecimiento el forraje es de buena calidad, después su valor alimenticio disminuye tornándose duro y fibroso; sin embargo, durante la época de sequía puede ser de gran utilidad como alimento de reserva.

Reproducción del Zacate Buffel

Fisher *et al.*, (1954), fueron los primeros que identificaron la apomixis como el modo de reproducción del zacate buffel: posteriormente Synder *et al.*, (1955) confirmaron este modo de reproducción y propusieron que el mecanismo es del tipo aposporia seguido por pseudogamia. En la apomixis, o reproducción asexual por semilla, el embrión se forma sin la unión de los gametos: huevo y núcleo espermático (Hanna y Bashaw, 1987). Esto significa que los descendientes de una planta apomíctica son idénticos entre si e idénticos a la planta que los produjo. Este método de reproducción se presenta en la naturaleza en muchas familias de plantas. Las familias con una alta frecuencia

de apomixis son: Compositae, Rosaceae y Gramineae. En esta última familia se han reportado 125 especies apomícticas (Brown y Emery, 1958; Bahaw, 1975).

Bashaw (1962) reportó el descubrimiento de una planta de zacate buffel de reproducción sexual (TAM-CRD B-1s), la cual segregaba progenie completamente sexual o apomíctica obligada. Se considera que el descubrimiento de plantas sexuales ha sido la aportación más importante al mejoramiento de pastos; ya que la hibridación de plantas sexuales como hembra con materiales apomícticos como macho, permitió la combinación de características deseables. Los híbridos superiores pueden ser liberados como nuevas variedades debido a su pureza genética (Gómez, 1994).

Enfermedades

Ayerza (1981) reporta al cornezuelo del centeno (*Claviceps purpurea* Fr.) como una enfermedad de la semilla del zacate buffel que ocasiona grandes pérdidas para la región de África Oriental. Este patógeno retarda y reduce la producción de semilla, causando esterilidad en esta; además contiene ciertos alcaloides que son dañinos para el ganado.

Bogdan (1997), menciona que las enfermedades que atacan al zacate buffel son el cornezuelo y el tizón que dañan las espiguillas especialmente durante la época de lluvias y pueden dañar e incluso destruir los cultivos.

Algunas variedades de zacate buffel son resistentes a estas enfermedades, mientras que otras se ven seriamente afectadas.

González *et al.*, (2000) mencionan que el hongo *Pyricularia grisea* es posiblemente el patógeno que causa más problemas en la agricultura a nivel mundial, debido a su variabilidad genética y alta capacidad de mutación. La variedad Común se ha mostrado altamente susceptible al tizón foliar, enfermedad causada por este patógeno que afecta considerablemente el rendimiento y la calidad de la semilla y del forraje. Debido a que el zacate buffel es un apomíctico obligado, la variabilidad genética presente en las poblaciones es escasa, por lo que la enfermedad mencionada constituye una seria amenaza a la producción ganadera en Texas y norte de México, ya que se sabe que a mayor uniformidad genética de los cultivos mayor es la vulnerabilidad de los mismos cuando se presentan condiciones favorables para el desarrollo de epifitias.

Rodríguez *et al.*, (1999) realizaron el primer reporte donde se identifica a *Pyricularia grisea* como el agente causal del tizón del zacate buffel. Ellos describieron los síntomas de la enfermedad como: manchas decoloradas, oscuras que desarrollan lesiones de color bronce, redondeadas a elípticas, con borde rojo oscuro y un halo amarillo. Las lesiones pueden juntarse matando la hoja, ocasionando con esto un daño severo.

Rodríguez (1998); Rodríguez *et al.*, (1999); Ocumpaugh y Rodríguez, (1998) reportaron los efectos que el tizón tiene sobre la producción de semilla. Además del daño que el patógeno causa a la planta al debilitarla con una masiva colonización y destrucción del follaje, el hongo es capaz de colonizar los involucros impidiendo el desarrollo de estos y posiblemente colonizando la semilla. En Texas se han documentado reducciones importantes del rendimiento de forraje, en las variedades Común y Nueces consistentes en pérdidas de hasta 80 a 90% de las hojas (Ocumpaugh y Hanselka, 1998).

Bogdan (1997), menciona que una forma práctica para controlar enfermedades en pastos es a través del desarrollo de variedades resistentes.

Variedades

Las variedades de zacate buffel se clasifican de acuerdo con el desarrollo de sus rizomas y su porte en: altas, medianas y bajas (Ayerza, 1981).

Variedades Altas

Poseen rizomas y pueden llegar a alcanzar una altura de 1.5 m bajo condiciones favorables (Ayerza, 1981). Las variedades de este tipo presentan una mayor adaptación a suelos pesados (Robles *et al.*, 1990).

Molopo. Es una línea Australiana originaria de Sudáfrica, fue recolectada a lo largo del río Molopo e introducida a Australia a principios de los cuarentas (Paull y Lee, 1978). Presenta crecimiento vigoroso, tiene la habilidad de soportar períodos de sequía y responder rápidamente a las lluvias (Flemons y Whalley, 1958). Es más tolerante a bajas temperaturas que las demás variedades de buffel utilizadas en Australia, es más productiva que la variedad Biloela pero su producción de semilla es pobre (Ayerza, 1981).

Boorara. Esta variedad es originaria de Kenia, es una planta alta, moderadamente rizomatosa, muy similar a la variedad Biloela; pero los tallos son más finos, produce una mayor cantidad de hojas y su floración es más tardía que Biloela (Ayerza, 1981).

Nunbank. Nunbank introducida de Uganda en 1949, fue evaluada por C.S.I.R.O. en Australia en varios centros liberándose como cultivar comercial en 1961 (Paull y Lee, 1978). Ayerza (1981) la describe como una planta erecta, alta, vigorosa y con rizomas bastante desarrollados, es muy semejante a la variedad Biloela pero con mayor producción de semilla. Eguiarte (1991) reporta rendimientos de forraje verde de 89.4 tn/ha/año, 29.6 tn/ha/año de forraje seco y 8% de proteína.

Tarewinnabar. Fue introducida de Kenia en 1950, y evaluada en Queensland por el Departamento de Agricultura y Ganadería de Queensland y C.S.I.R.O. Fue liberada como variedad comercial en 1962 (Paul Y Lee, 1978). Es más tardía que la variedad Biloela y tiene un buen desarrollo a principios de la primavera, sus tallos son gruesos pero tiene buena aceptación por el ganado, sus brotes son muy vigorosos, los rizomas se forman más rápidamente que otras variedades (Ayerza, 1981).

Llano. Es un híbrido F₁ apomíctico derivado de la cruce entre el clon sexual B-1s y un material apomíctico del tipo azul. Su altura aproximada es de 1.5 m, presenta rizomas muy desarrollados que le confieren una mayor tolerancia a heladas, que la variedad Común. Su follaje es azul-verdoso e inflorescencias café. Tiene una buena producción de forraje, produce hasta un 21% más de materia seca que Higgins (Bashaw, 1981; Ayerza, 1981).

Nueces. Es un híbrido apomíctico F₁ producto de la cruce del clon sexual B-1s y un apomíctico rizomatoso del tipo azul. Su follaje es azul-verdoso, inflorescencia marrón obscura, tiene buen potencial forrajero. Forma rizomas vigorosos que le confieren mayor tolerancia a heladas que Común y que Higgins, su inflorescencia es 30% más larga que la de Llano, pero en ambas variedades la producción de semilla es pobre (Bashaw, 1981).

T-1754. Es una variedad rizomatosa resultado del cruzamiento del clon sexual B-1s con la línea 409164. Tiene buenas características forrajeras y de producción de semilla (Hussey y Bashaw, 1990), pero posee una alta proporción de involucros vacíos.

T-704. Es un híbrido BIII que posee genomas tolerantes al invierno, fue seleccionado entre 49 pentaploides apomícticos de una colecta realizada en la Provincia del Cabo. Produce menos forraje que Nueces y Llano (Bashaw, 1985; Hussey y Bashaw, 1990).

Variedades Medianas

Presentan plantas más postradas que las anteriores, alcanzando una altura cercana al metro, generalmente no poseen rizomas (Ayerza, 1981).

Gayndah. Este material fue introducido a Australia en 1930 de Kenia, resultado de evaluaciones en la escuela de Gayndah la hicieron aceptable entre los productores locales (Paull y Lee, 1978). Tiene pocos y cortos rizomas, pero el número de brotes es mayor que la variedad Biloela, aunque son más pequeños. Posee abundante follaje, pocas semillas en la inflorescencia y es menos robusta que la variedad Biloela (Ayerza, 1981). Tiene hojas más finas que Biloela y es más palatable (Flemons y Whalley 1958).

Común (T-4464). Fue introducida a los Estados Unidos en 1946 del desierto de Turkana en el norte de Kenia, se le asignó el número de identificación T-4464 (Holt, 1985). De altura media, con tallos finos y follaje denso; es semejante a la variedad Gayndah pero florece antes que esta. Su principal característica es su resistencia a la sequía (Ayerza, 1981; Cook *et al.*, 2005). El follaje es verde claro, inflorescencia púrpura que reúne las características de buena producción de forraje y semilla. Común es la variedad más ampliamente distribuida en el norte de México y sur de Texas. Sin embargo, es altamente susceptible al tizón foliar (*Pyricularia grisea*), que afecta considerablemente el rendimiento y la calidad de la semilla y el forraje del zacate buffel (González *et al.*, 1998) Común es una variedad no rizomatoza.

Variedades Bajas

Tienen una altura inferior a los 70 cm y no forman rizomas.

Valor Nutritivo de Zacate Buffel

El zacate buffel es altamente productivo, muy digestible y de buena calidad nutritiva, resistente al apacentamiento y de buena aceptación por el ganado, cuando está tierno es muy succulento y nutritivo, Judd (1979) menciona

que este zacate es menos palatable si se deja madurar.

La calidad nutricional del zacate buffel es afectada por varios factores ambientales y de manejo que operan simultáneamente. Los nutrientes digestibles totales y el contenido de proteína cruda son altamente influenciados por la precipitación. El mayor cambio en el contenido de proteína cruda se presenta después de la primera helada fuerte (White y Wolfe, 1985).

Flemons y Whalley (1958) reportan que en Trangie, Australia el heno de variedades de zacate buffel contenía 23% de proteína cruda, bajando hasta un 6 por ciento cuando el forraje está seco.

Ayerza (1981) reporta porcentajes de proteína en base a materia seca del 12% durante la etapa vegetativa y 7% en floración. El Total de Nutrientes Digestibles (TDN) disminuye bajo condiciones de sequía. Osuna (1986) reporta valores de proteína de 7.26 a 9.82 por ciento con una digestibilidad de 51.93 a 64.32 por ciento, valores que cambian de acuerdo con la etapa fenológica en la que se coseche el forraje.

Bashaw (1981) menciona que cuando el zacate buffel es pastoreado o cosechado antes de la madurez, su calidad nutricional es alta, la digestibilidad *in vitro* es de 61% y aun la variedad Llano, que su digestibilidad es más baja

(56%), se encuentra dentro del rango aceptable de calidad para zacates de clima cálido.

Flemons y Walley (1958) recomiendan que el zacate buffel se aproveche para apacentamiento antes que la planta asemille, ya que en esta etapa fenológica la calidad del forraje disminuye debido a que el contenido de proteínas baja considerablemente hasta 2 por ciento.

Resultados de un análisis proximal del zacate buffel T-4464 en el estado de Nuevo León fueron: proteína 8.6%, grasa 1.8%, ceniza 6.4%, fibra 26.1%, extracto de nitrógeno 57.1%. Cantú (1989) menciona que el forraje es de buena calidad cuando está verde, en estado seco normalmente sus nutrientes decrecen hasta un 2 por ciento del total del estado verde.

Flores (1980) reporta el siguiente valor nutritivo del zacate buffel:

	%		%
Materia Seca	95.7	Verde	
E.L.N.	44.3	E.L.N.	10.4
Cenizas	11.9	Cenizas	2.8
Proteína	11.9	Proteína	2.8
Grasa	4.3	Grasa	1.1
Fibra	23.20	Fibra	5.4
Humedad	4.2		

Mejoramiento para Calidad de Forraje

La digestibilidad de forrajes puede ser incrementada por mejoramiento y selección, suponiendo que halla un rango de DMD (coeficiente de digestibilidad de materia seca) y que alguna de esta variación sea de origen genético (Cooper y Beese, 1980). En muchas especies el rango de DMD excede 0.10 y alrededor de la mitad de esta variación es de origen genético. Esta variabilidad ha sido explotada para producir variedades comerciales de alta digestibilidad en varias especies forrajeras.

En zacate buffel se seleccionaron líneas con base en alta y baja digestibilidad *in vitro*, hubo 12 por ciento de diferencia en ingesta entre los materiales (Minson y Bray, 1985). En zacate buffel no hubo relación entre la ingesta voluntaria y el rango de preferencia (Minson y Bray, 1985). La selección y el mejoramiento de plantas han sido exitosos al incrementar la ingesta voluntaria de algunos zacates tropicales y templados (Minson, 1990).

Digestibilidad

La digestibilidad de un alimento indica de forma aparente la cantidad del alimento consumido menos los desechos obtenidos en las heces del animal; por lo anterior se asume, que lo que contenía el alimento consumido y no aparece en las heces fecales fue digerido por el animal. Sin embargo, realizar la digestibilidad aparente de una ración toma tiempo, implica manejo de animales

y además es costoso (Euzarraga y García, 1988; Mc Donald, 1969).

Todos los alimentos tienen diferente digestibilidad y está determinada por el desarrollo o madurez del mismo, así como por la edad y la especie animal que lo consume (Flores, 1989).

Un alimento ingerido penetra en el tracto digestivo, al final no es retenido en su totalidad por el organismo, o sea que una parte no ha sido absorbida, por lo que aparece en el excremento. Por definición, digestibilidad aparente de la materia seca o de algún nutriente constituyente de los alimentos es aquella fracción de la ingesta que no es recobrada en las heces, esta fracción no recuperada se expresa como porcentaje de la ingesta y recibe el nombre de coeficiente de digestibilidad (Crampton, 1974).

La digestibilidad se expresa en porcentaje, ya que se facilita la comprensión de lo que ha ocurrido con el alimento al pasar por el tracto digestivo del animal, un coeficiente de digestibilidad cercano al 100%, indica que el valor alimenticio para el ganado es mayor (de Alba, 1980).

Digestibilidad Aparente y Real

Church (2002) define la digestibilidad aparente de un alimento como la diferencia entre la cantidad ingerida y la cantidad que aparece en las heces fecales. Sin embargo, la cantidad total en el excremento incluye no solo los

residuos de alimento sin digerir, sino también las fuentes endógenas del mismo nutriente; esta fracción endógena no se distingue de la porción sin digerir.

La digestibilidad real de un nutriente se define como la proporción del alimento ingerido que es absorbido en el tracto gastrointestinal, excluyendo cualquier aportación de fuentes corporales (endógenas). Por ejemplo: para el caso de las proteínas, la digestibilidad real se estima restando la cantidad de N que aparece en el excremento de un animal alimentado con una dieta baja en proteínas, de la cantidad de N que aparece en las heces de un animal alimentado con una dieta de prueba (Church, 2002).

Las heces fecales contienen además compuestos del metabolismo interno del animal, que salen principalmente con la bilis. El color característico de las heces está constituido por pigmentos biliares y hay una buena cantidad de minerales junto con ellos. Además las heces contienen restos de compuestos de otras secreciones digestivas, así como células desprendidas de las paredes del aparato digestivo. Por ello se considera que es más correcto llamar digestibilidad aparente al resultado de restar los nutrientes de las heces, de los nutrientes digeridos (Church, 2002).

Población Microbiana del Rumen y su Actividad sobre los Alimentos

Gran parte de la población microbiana del rumen es anaerobia debido a que el ambiente del rumen y el intestino grueso son anaeróbicos. El contenido

aproximado por mililitro del contenido ruminal es de 6 a 8 mil millones de bacterias, un millón de protozoarios y números variables de levaduras y hongos, los microorganismos fermentativos pertenecen a muchos géneros y proporcionan una bacteria de capacidades digestivas (Austgen y Bowen, 1998).

de Alba (1980) señala que el rumen del animal es convertido en una verdadera cámara de fermentación por los microorganismos con temperatura constante (39°C) y acidez variable, pero sin llegar nunca a los extremos, con la peculiaridad de que esta cámara de manera continua recibe nuevos alimentos y expulsa los productos de la fermentación así como grandes cantidades de los propios microorganismos.

Las especies microbianas varían con la dieta, lo que se refleja en la disponibilidad de sustrato; por ejemplo, las poblaciones de microorganismos celulíticos son presionados en animales con dietas ricas en grano (Besse, 1977). El pH del líquido del rumen normalmente es entre 6 y 7, pero si el animal consume grandes cantidades de carbohidratos solubles, el pH puede bajar, si el descenso es cerca de 5.5 las poblaciones protozoarias son presionadas debido a su intolerancia ácida. El exceso de grano puede provocar un descenso drástico del pH del rumen, que puede destruir muchas especies de protozoarios y por lo tanto causar graves problemas para el animal (Varmer, 1998).

Varmer (1998) menciona que los hongos que se encuentran en el rumen tienen la capacidad de fermentar polisacáridos (celulosa), se calcula que más del 6% de la flora microbiana del rumen está constituida por estos.

Gracias a la microbiota ruminal, los carbohidratos fibrosos como la celulosa y hemicelulosa representan la fuente más importante de energía para los rumiantes, raciones carentes de fibra pueden conducir a desordenes de la digestión. Cuando los carbohidratos de la dieta entran al rumen son hidrolizados por enzimas extracelulares de origen microbiano. En el caso de los carbohidratos fibrosos, el ataque requiere de la unión física de las bacterias a la superficie de la partícula vegetal, la acción de las enzimas bacterianas libera principalmente glucosa y oligosacáridos hacia el líquido ruminal por fuera de los cuerpos celulares microbianos (Jaakola y Huhtanen, 1993).

Los ácidos grasos volátiles sintetizados en respuesta a un estricto control metabólico por parte de los microorganismos ruminales son utilizados por estos para la síntesis de aminoácidos y ácidos grasos que posteriormente serán incorporados al metabolismo bacteriano. Los microorganismos del rumen sintetizan todos los aminoácidos, incluyendo los esenciales para el hospedero. Por ende los rumiantes son casi totalmente indispensables en la calidad de las proteínas ingeridas. Además los microorganismos pueden utilizar fuentes de nitrógeno no proteico (NNP) como sustrato para la síntesis de aminoácidos

(Besse, 1977).

El amoníaco es el principal compuesto nitrogenado que utilizan los microorganismos para la síntesis de aminoácidos y proteínas para ello es necesario suficiente energía o carbohidratos; el amoníaco se utiliza además para la formación de diversos compuestos nitrogenados de la pared celular y ácidos nucleicos (Austgen y Bowen, 1998).

Digestibilidad de la Pared Celular de los Forrajes

Los microorganismos que se alojan en el rumen de los animales, les han dado la habilidad de utilizar el material vegetativo de las plantas como su única fuente de nutrientes. Aproximadamente del 35 a 80% de la materia orgánica de los tejidos vegetales está contenida en la pared celular, esta proporciona rigidez estructural a la planta. Sin embargo, los rumiantes que dependen exclusivamente de las plantas consumidas en agostadero obtienen solo de un 30 a 40% de la energía digestible consumida de la pared celular del forraje (Jung y Allen, 1995). Se ha reportado, que animales que consumen grandes cantidades de forraje con alta concentración de pared celular y tiene baja digestibilidad provoca que la disponibilidad de energía en su dieta sea limitada (Galyean y Goetsch, 1993).

El grado de digestibilidad de la pared celular se reduce, cuando la planta es atacada por insectos, patógenos fungicos y virales, que inducen una reacción de defensa contra estos patógenos, formándose capas de proteína y lignina (Bowles, 1990).

Digestibilidad de Pastos en Rumiantes

El ganado en pastoreo tiene acceso a una gran diversidad de plantas forrajeras, las cuales varían en su calidad nutricional. Los animales obtienen de estas plantas los nutrientes (proteína, energía, vitaminas y minerales) que requieren para su crecimiento y reproducción. La calidad nutritiva depende del tipo de planta, parte de la planta, etapa fenológica, época de crecimiento, clima, suelo, sitio, carga animal y compuestos antinutricionales.

Las células vegetales se dividen en protoplastos (contenido celular) y pared celular. Los protoplastos son mas digeribles y contienen a los organelos que se encuentran envueltos por la pared celular, incluye la proteína cruda (ácidos nucleicos, aminoácidos, proteínas y otros compuestos hidrogenados) azúcares, almidón y lípidos (grasas) (Ayala y Rosado, 2003). La pared celular, está formada por fibra, que es material menos digerible, consta de hemicelulosa, celulosa y lignina que es la porción menos digerible. Estas partes se usan en reportes de análisis de forraje en fracciones conocidas como fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). La hemicelulosa

forma la FDN, mientras que la celulosa y la lignina constituyen la FDA. Debido a que los animales no cuentan con las enzimas o compuestos químicos necesarios para desdoblar o digerir la hemicelulosa y celulosa, dependen de la fermentación microbiana (digestión de los microorganismos del rumen) para descomponer estas sustancias en compuestos asimilables (Rosero y Posada, 2007).

Métodos de Digestibilidad

Las pruebas de digestibilidad que se utilizan para estimar el valor nutritivo de los alimentos, se han mejorado desde los primeros protocolos en 1725, cuando los alimentos para rumiantes eran evaluados como unidades de paja. Estas técnicas fueron diseñadas para caracterizar el valor nutritivo más que para predecir la producción de los animales. De acuerdo a Pedraza (2001) los métodos de evaluación de alimentos tienen que tomar en cuenta los nuevos conceptos de la química y la fisiología animal, así como de la microbiología del rumen.

Técnica de Digestibilidad *In Vivo*

Las pruebas de digestibilidad *in vivo* son costosas ya que requieren animales, alimento suficiente, mucho tiempo y personal calificado, lo más práctico son las pruebas de laboratorio. Estas pruebas estiman la digestibilidad del alimento por diferentes métodos, uno de ellos es medir los componentes químicos de los alimentos por el sistema de Van Soest que aplica una ecuación

para conocer la digestibilidad de la materia seca (Sosa, 1974).

Técnica de Digestibilidad *In Situ*

La técnica de las bolsas en el rumen, llamada también método *in situ*, *in sacco* o bolsas de nylon, es posiblemente el método más utilizado, aun cuando presenta algunos inconvenientes (Pedraza, 2001).

La técnica *in situ* ofrece la posibilidad de estudiar la degradación ruminal de los alimentos a través de la utilización de sacos de nylon suspendidos en el rumen. Esta técnica ha sido adoptada por el AFRC (Agricultural and Food Research Council) como método estándar para caracterizar la degradabilidad ruminal de nitrógeno. Se ha utilizado debido a su gran aproximación a los resultados *in vivo*. Este método también puede ser usado para describir las características de degradación de los componentes estructurales del forraje (Rosero y Posada, 2007).

El método *in situ* mide la desaparición de la materia seca y orgánica, el nitrógeno u otro nutriente de los alimentos sometidos al efecto del ambiente ruminal, para ello los alimentos son colocados en bolsas que se incuban en el rumen, a través de una cánula permanentemente en el saco dorsal de este órgano (Pedraza, 2001).

Durante el proceso de incubación existe un período, conocido como

tiempo de colonización donde ninguna o una reducida degradación del alimento ocurre. De acuerdo con Rosero y Posada (2007) este tiempo de colonización es específico para cada alimento y representa el tiempo necesario para la hidratación del sustrato y la alteración física o química de la fibra que puede ser requerida antes de que las bacterias colonicen el sustrato y se inicie la actividad enzimática (Rosero y Posada, 2007).

Técnica de Digestibilidad *In Vitro*

La técnica *in Vitro* es muy utilizada ya que reproduce fielmente, las condiciones reales; mediante esta técnica se imita el proceso de fermentación en el rumen, el número, apariencia y proporción de las bacterias, selenomonas y protozoos, además de mantener rangos normales de digestión de celulosa, almidón y proteína, estudiando en una forma cualitativa y cuantitativa los procesos que ocurren como resultado de la actividad microbiana (Johnson 1966; Johnson *et al.*, 1962).

La técnica *in vitro* es utilizada en varios procesos:

1. La digestión de la celulosa y los factores que la afectan.
2. La utilización del nitrógeno no proteico.
3. Como intermediario en el metabolismo de cultivos puros y mezclados.
4. Para la evaluación de los forrajes.
5. En estudios bioenergéticos de la fermentación del rumen.

Johnson (1966) menciona que la fuente del inóculo en las fermentaciones produce variabilidad o un mayor error en la interpretación de resultados. Por otra parte (Grant, 1974) menciona que la digestibilidad de la materia seca es afectada por la fuente del inóculo ruminal.

Existe diferencia significativa en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de los alimentos, cuando el inóculo proviene de diferentes animales alimentados con diferentes dietas (Nelson *et al.*, 1972).

Johnson (1963) recomienda alimentar al animal donador del inóculo con la ración que va a ser analizada, ya que al adaptar al animal con dicha ración, ofrece la ventaja de que exista mayor cantidad de especies y tipos de microorganismos en el rumen, de tal manera que se tendrán resultados más reales.

Factores que Influyen en la Digestibilidad

De acuerdo a Besse (1977) los siguientes factores influyen sobre la digestibilidad:

Factores Dependientes del Animal

- Especie. El coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica varía con la especie, ya que los rumiantes aprovechan mejor que los no rumiantes los alimentos ricos en proteínas.
- Individuo. El coeficiente de digestibilidad de la materia orgánica varía entre el animal y otro para un mismo alimento, aun dentro de los que pertenecen a la misma especie.
- Edad. Existe una variación del coeficiente de digestibilidad, en el momento del destete, en períodos de reemplazo de los dientes y cuando los animales se encuentran en una edad avanzada. En cada etapa siempre existen cambios en la digestibilidad.
- Trabajo. El coeficiente de digestibilidad varía muy poco entre animales que trabajan y aquellos que permanecen en reposo.

Factores Dependientes del Alimento

- Materia Celulítica. La digestibilidad de la materia orgánica disminuye con el contenido de la celulosa.
- Asociación de los Alimentos que Componen la Ración. En el caso de los rumiantes una alimentación simple, es decir, constituida por la aportación

de alimentos groseros (heno, forrajes verdes, ensilados), no existe variación en la digestibilidad, por el contrario con una alimentación mixta (alimentos groseros y concentrados), si se registra una variación en el coeficiente de digestibilidad en los alimentos groseros según la proporción en que aparecen los concentrados asociados.

- Preparación de los Alimentos. De esto depende justificar o rechazar todas las operaciones de preparación de los alimentos de la industria o en la propia granja.
- Desmenuzamiento. El desmenuzamiento aumenta la digestibilidad, debido al incremento en la superficie total del alimento, poniendo los principios nutritivos a disposición de los jugos gástricos en una superficie mucho más extensa, esto aumentará la posibilidad de que el alimento sea atacado en su totalidad, facilitando directamente la digestión. El desmenuzamiento de los alimentos debe ser adecuado para provocar el masticamiento de los alimentos por los animales antes de ser deglutidos y evitar de esta manera que el alimento pase directamente al estómago sin sufrir el ataque inicial de la saliva (Ayala, 1976).
- Trituración. La trituración puede convertir el alimento en harina, o simplemente romper los granos, dividiéndolos o subdividiéndolos, en función de las necesidades del animal. La trituración del grano aumenta el coeficiente de digestibilidad. Ayala (1976), reportó el coeficiente de

digestibilidad del grano entero de 71.30 %, del grano aplastado 79.20% y del grano triturado 94.20%, expresados en porcentaje de materiales nitrogenados.

- Ingestión. Es uno de los factores de mayor importancia en la determinación de la digestibilidad. En los rumiantes este efecto es más importante, sobre todo en la alimentación de vacas lecheras de gran producción en las que se logra el consumo de cuatro y hasta de cinco veces el valor de mantenimiento (energía). El reconocimiento de una depresión constante en la digestibilidad al aumentar el consumo es evidente necesario. Se ha calculado una depresión de digestibilidad de 4 por ciento de energía por cada duplicación de consumo arriba del requisito de mantenimiento (de Alba, 1980).

Otros Factores

La relación forraje:concentrado. En experimentos con ganado ovino y caprino (Kawas *et al.*, 1991), observaron que a medida que se incrementa la proporción de concentrado de la ración se producía un aumento paralelo de la digestibilidad *in vivo* de la materia seca, así como una disminución de la digestibilidad de los componentes de la pared celular.

Alvir y González (1992); Giráidez *et al.* (1994), utilizando la técnica de

las bolsas de nylon, observaron que los ritmos de degradación ruminal de diversos alimentos eran más lentos cuando los animales eran alimentados con raciones que incluían concentrado que cuando recibían raciones constituidos exclusivamente de forraje.

Debido a que la población microbiana ruminal se ve afectada por numerosos factores, la procedencia del inóculo ruminal se considera la mayor fuente de variación en la determinación de la digestibilidad *in vitro* (Marten y Barnes, 1980). En este sentido, la ración ingerida por los animales empleados como donantes ha sido señalada como uno de los factores que afectan el número y actividad de los microorganismos ruminales y que consecuentemente, pueden afectar a los valores de digestibilidad de los alimentos (Giráidez *et al.*, 1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios Experimentales

La presente investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental de Zaragoza, Coahuila, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y el Laboratorio de Producción Animal en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Experimento sobre Establecimiento

El Programa de Mejoramiento Genético de zacate buffel que se lleva a cabo en la sección de Pastos del Departamento de Fitomejoramiento, proporcionó semilla generada por cruzamiento de 10 genotipos F_1 de reproducción sexual derivados de la cruce TAM CRD B1s con Zaragoza 115 que fueron utilizadas como hembras, mismas que se polinizaron con nueve materiales entre variedades comerciales y líneas experimentales que entraron como machos. Las hembras fueron SS1, SS2, SS3, SS6, SS7, SS9, SS10, SS12, SS13 y SS14 y los machos que a continuación se describen.

TAM CRD B-1s. Este material es un clon de reproducción sexual de $2N= 4X= 36$ cromosomas, es heterocigoto para el método de reproducción (Bashaw, 1969). Fue introducido de Texas por el Dr. Jorge R. González Domínguez para utilizarlo en el Programa de Pastos de la Universidad, donde ha sido progenitor

hembra en hibridaciones con materiales apomícticos (Gómez, 1994). Es una variedad rizomatosa, con crecimiento vigoroso, el color del follaje es intermedio entre el tipo Común y el Azul, presenta tolerancia intermedia al invierno y buena persistencia (Hanson, 1972).

Común. Fue introducido a los Estados Unidos de una región de Kenya con baja precipitación (Bashaw, 1981). Las plantas son de tallos finos y follaje denso semejante a la variedad Gayndah, de color verde claro e inflorescencias púrpura (Ayerza, 1981). Es un buen productor de semilla y muy tolerante a la sequía, por lo que es la variedad más utilizada en las áreas buffeleras en el sur de Texas y norte de México. Sin embargo, esta variedad en los últimos años se ha mostrado altamente susceptible al tizón foliar, una enfermedad causada por el hongo *Pyricularia grisea* que afecta considerablemente el rendimiento y la calidad de la semilla y el forraje de zacate buffel (González *et al.*, 1998).

Zaragoza-115. Es una variedad liberada por el Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícola y Pecuarias (INIFAP). Las plantas alcanzan una altura de 1.55m, son de color cenizo, inflorescencias color crema, posee rizomas lo que le confiere tolerancia a heladas. Es resistente a la sequía y con una vida útil de 8 a 10 años, con una precipitación de 364 mm produce 5.44 tn/ha de materia seca (Osuna, 1986).

AN17PS (H-17). Es un híbrido apomítico de $2N= 4X= 36$ cromosomas, generado en el Programa de Pastos de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, mediante cruzamientos realizados entre el clon sexual B-1s y la variedad Zaragoza-115. Produce espigas de color púrpura, es rizomatosa y una excelente alternativa para sustituir a buffel Común, debido a su resistencia al tizón del zacate buffel (*Pyricularia grisea*), tolerancia al frío, así como su alto potencial forrajero (Gómez y González, 2002). Es una variedad con propiedad intelectual, en México fue registrada como AN17PS y en Estados Unidos como PS711. Para obtener la propiedad intelectual de un material se debe demostrar que la variedad es nueva y distinta a la variedad más utilizada.

Común II. En una población de plantas de buffel Común con daño severo ocasionado por el tizón del zacate buffel, se encontró una planta completamente sana con características morfológicas muy parecidas a la variedad Común (González y Gómez, 2000). Estudios citológicos indicaron que esta planta es un hexaploide $2N= 6X= 54$ cromosomas (Ramírez *et al.*, 1998). La semejanza de esta planta y su progenie con buffel Común hace suponer que se derivó de la fertilización de un gametofito femenino no reducido (36 cromosomas) por un gametofito masculino normal con 18 cromosomas (González, 1998; González *et al.*, 2000). Este material hexaploide ha sido designado en forma experimental como buffel Común II, es posible cruzarlo con el clon sexual B-1s (tetraploide) y puede ser utilizado como fuente de

resistencia al tizón para el desarrollo de nuevas variedades de zacate buffel, se considera una alternativa ecológica para resolver problemas de enfermedades (González y Gómez, 2000).

Nueces. Es un híbrido F₁ producto de la cruce del clon sexual B-1s con un material apomíctico del tipo azul, desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y la Estación Experimental de Texas. La altura aproximada es de 1.5 m, su follaje es azul verdoso con inflorescencias marrón oscuro. Tiene una buena producción de forraje y produce rizomas vigorosos que le permiten una sobrevivencia mayor al invierno que buffel Común (Ayerza, 1981; Bashaw, 1981).

Biloela. Ésta variedad se derivó del material CPI 6934, introducido a Australia en 1937 de Tangañika, la evaluación del material inició en 1950 en la estación experimental de Biloela y en 1955 fue liberada a los productores como variedad comercial (Paul y Lee, 1978). Posee tallos de 1.5 metros de alto con 7 a 11 nudos. Se desarrolla bien en suelos de textura pesada con niveles moderados de sal, no tolera inundaciones (Ayerza, 1981; Cook *et al.*, 2005). Las hojas son glabras, inflorescencias de alrededor de 7 cm de largo sobre un pedúnculo suave, las espiguillas son de color pálidas o rojas. En esta variedad se ha observado un alto porcentaje de espiguillas vacías.

Higgins. Es una línea apomíctica, seleccionada de la primera generación autofecundada del clon sexual B-1s. Los involucros típicos de la inflorescencia de esta variedad contienen una espiguilla simple. Posee rizomas, combina las características de alta producción de forraje y semilla y presenta buena persistencia. Su tolerancia al frío es intermedia entre buffel Común y buffel Azul (Bashaw, 1968).

Formidable. El origen de esta variedad es desconocido, de acuerdo al Ing. Celido Matías (Comunicación personal) proviene de una planta fuera de tipo en una población de Biloela en Cuba. Sin embargo, de acuerdo al Ing. Oriol Romero (Comunicación personal) proviene de Viva una variedad Australiana. Se adapta bien en suelos arcillo-arenosos, excelente en aluviales y pobre comportamiento en suelos arcillosos. En Sinaloa, Formidable soporta un bovino en 1.5 ha con 400-500 mm de precipitación.

Las 90 cruza triples resultantes de combinar las diez hembras con los nueve machos produjeron una cantidad limitada de semilla por el bajo número de polinizaciones que se hicieron en cada caso. La semilla de cada crusa se sembró en charolas de poliuretano de 200 cavidades; las charolas se pusieron en un invernadero donde permanecieron ocho semanas tiempo en que se regaron diario y fertilizaron una vez por semana. Posteriormente las plantas fueron transplantadas en el campo en un experimento de 90 tratamientos con

distribución de los mismos en parcelas divididas en bloques con tres repeticiones. Las hembras ocuparon las parcelas grandes y los machos las subparcelas. La unidad experimental fue un surco con cuatro plantas transplantadas de cada cruza y espacio entre plantas de medio metro. El transplante se realizó con gente y se aplicó un riego para favorecer el establecimiento. Posteriormente se determinó el número de plantas establecidas por parcela mediante el conteo respectivo.

Experimento sobre la Digestibilidad *In Vitro*

Las nueve variedades de zacate buffel se desarrollaron en macetas bajo condiciones de invernadero, las plantas estaban en la fase fenológica de espigamiento cuando se cortaron y pesaron. Se tomó dos muestras de cada planta y se colocaron en bolsas de papel de estraza debidamente identificadas.

Determinación de la Materia Seca

Las muestras se llevaron al laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Nutrición Animal de la UAAAN, se colocaron en una estufa de secado a una temperatura de 50°C por 24 horas. Posteriormente las muestras deshidratadas se molieron en un molino marca "Wendy", el molino se limpiaba después de cada muestra.

Para determinar la cantidad de materia seca total, las muestras se llevaron al laboratorio de Producción Animal. Se identificaron los crisoles para cada muestra y para mantenerlos a peso constante se colocaron en la estufa de secado a una temperatura de 50°C, después de 24 horas se retiraron de la estufa los crisoles vacíos y se pesaron; posteriormente se tomaron 0.5 gramos de cada una de las 18 muestras con tres repeticiones y se pusieron en los crisoles. Estos se llevaron al laboratorio de Ciencias Básicas, se colocaron en un matraz kjeldahl para preincinerar las muestras, después se colocaron en la mufla a una temperatura de 300°C por 24 horas. Después los crisoles se llevaron al laboratorio de Producción Animal para pesarlos en una balanza analítica. Para determinar el porcentaje de materia seca total, se realizaron los siguientes cálculos:

$$\% \text{ MST} = \frac{\text{Peso del crisol + muestra seca} - \text{peso de crisol vacío}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

.

$$\% H = 100 - \% \text{ MST.}$$

$$\% \text{ MO} = \% \text{ MST} - \% C.$$

$$\% C = \text{Peso del crisol con ceniza} - \text{peso del crisol vacío.}$$

Donde:

MST= Materia seca total

H= Humedad

MO= Materia orgánica

C= Cenizas

Digestibilidad *In Vitro*

Preparación de las Sales Minerales (Soluciones Buffer A y B)

Las sales minerales se prepararon en el laboratorio con la siguiente concentración:

Solución Buffer A

Reactivos	gr/litro
Fosfato de potasio anhidro	10.0
Sulfato de magnesio + 7 moléculas de agua	0.5
Cloruro de sodio	0.5
Cloruro de calcio	0.1
Urea	0.5

Solución Buffer B

Reactivos	gr/litro
Bicarbonato de sodio	15
Sulfuro de sodio + 9 moléculas de agua	1

A cada uno de los cuatro frascos del incubador se le agregaron 270 ml de solución Buffer B y 1330 ml de solución Buffer A en una relación 1:5. Los frascos con la soluciones buffer A y B se colocaron en una incubadora “DAISY” a una temperatura de 39°C, unas horas antes de que se agregara el líquido ruminal en los frascos, con la finalidad de que no sufrieran cambios en la temperatura y no afectara a los microorganismos del líquido ruminal.

Extracción de Líquido Ruminal

Para obtener el líquido ruminal fue necesario utilizar un novillo adaptado con fístula ruminal, de aproximadamente tres años de edad, con un peso de entre 500 y 600 kg alimentado con pacas de alfalfa; un día antes de obtener el líquido ruminal se le suprimió el acceso al alimento y agua, con la finalidad de obtener un inóculo bien concentrado en microorganismos y que estos estén descansados. Se agregó 400 ml de líquido ruminal a cada frasco y se le bombeo CO₂ a cada uno de los frascos por 10 segundos.

Determinación de la Digestibilidad *In Vitro*

Para determinar la digestibilidad in vitro se utilizó el método “DAISY”, que consiste en una incubación de los alimentos (forraje, concentrados, etc.), con líquido ruminal obtenido de animales fistulados que sirven como donadores de

líquido ruminal. Los tiempos de incubación usados en este trabajo fueron 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas, a una temperatura de 39°C utilizando bolsas de tela.

El método “Daisy”, es una técnica muy sencilla y rápida con una eficiencia de 98 por ciento para predecir digestibilidad, ha sido utilizada para una gran variedad de especies forrajeras (Van Soest, 1994). El protocolo de la técnica fue el siguiente:

6. Las bolsas de tela se lavaron y enjuagaron previamente, se secaron y mantuvieron a peso constante. Una vez secas, se pesaron las bolsas vacías en una balanza analítica (**W1**).
7. Se pesaron las muestras agregando 0.5 gramos de la muestra en las bolsas de tela (**W2**). Adicional a las bolsas con las muestras se colocaron otras bolsas vacías (**C1**) para obtener un valor de corrección. Las bolsas de tela con las muestras y las bolsas vacías se sellaron y colocaron en el interior de los frascos del incubador.
8. La introducción de las bolsas se iniciaba con las bolsas de la hora 72 posteriormente se colocaban las bolsas de la hora 48, después las bolsas de la hora 24, posteriormente las bolsas de la hora 12, 6, 3 y 0, respectivamente.

9. Transcurridas las 72 horas de haberse introducido las muestras en los frascos del incubador, se sacaron las bolsas, se lavaron inmediatamente con agua fría, con el fin de detener la digestión de los microorganismos, después se colocaron en rejillas para que se escurrieran, posteriormente se colocaron en la estufa a 50°C por 24 horas.

10. Después de la digestibilidad *in vitro* se pesaron las bolsas (**W3**). La fórmula utilizada fue:

$$\% \text{ DIV} = 100 - \frac{((W3 - (W1 \times C1))}{W2} \times 100$$

$$\% \text{ DIV MS} = 100 - \frac{((W3 - (W1 \times C1))}{W2} \times 100$$

Donde:

W1 = Peso de la bolsa vacía

W2 = Peso de la muestra

W3 = Peso final de la muestra después de la Digestión *in vitro*.

C1= Corrección de las bolsas (blanco) (peso final de la bolsa/peso inicial de la bolsa).

MS = Materia seca total.

Diseño Experimental

El experimento de determinación de la digestibilidad de la materia seca se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones, con arreglo factorial de los tratamientos AxB, donde el factor A son las variedades con nueve niveles (TAM CRD B-1s, Común, Zaragoza-115, AN17PS, Común II, Nueces, Higgins, Biloela y Formidable) y el factor B tiempos de incubación con siete niveles (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas).

Análisis Estadístico

Los datos se sometieron a la técnica del análisis de varianza y en los casos en que hubo diferencias significativas se utilizó la comparación de medias de DMS ($\alpha \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento de Cruzas Triples

En el experimento para evaluar la capacidad del zacate buffel para establecerse mediante transplante, se establecieron 921 plantas de 1080 transplantadas, que representa 85 por ciento de establecimiento, lo cual es excelente. En el Cuadro 1 se presenta el número de plantas establecidas por parcela y el número de parcelas en cada caso y el porcentaje.

Cuadro 1. Plantas de zacate buffel por parcela, número de parcelas y porcentaje para las parcelas. Zaragoza, Coahuila.

Plantas por parcela	No. de parcelas	Porcentaje
0	4	1.48
1	11	4.08
2	23	8.52
3	64	23.70
4	168	62.22

Solamente en cuatro (1.5%) de las 270 parcelas utilizadas no se estableció ninguna planta, es decir en 266 parcelas se logró establecimiento parcial a total; en estas 266 parcelas se tuvo desde una hasta cuatro plantas

por parcela. En 168 parcelas (62.2%) el establecimiento fue de 100%; de las cuatro plantas transplantadas se lograron cuatro plantas establecidas. En otras 64 parcelas se establecieron tres de las cuatro plantas transplantadas valor que representa 23.7% de parcelas con 75% de establecimiento. El número de parcelas con 50% de establecimiento fue de 23 y corresponde a un 8.52 por ciento de las 270 parcelas. Once parcelas tuvieron solamente una planta establecida representando esto el 4.08% del total de 270 parcelas. El porcentaje de establecimiento en estas once parcelas fue de 25 por ciento.

La variación observada en el establecimiento de las cruza triples fue sometida al análisis de varianza (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza del establecimiento de 90 cruza triples de zacate buffel.

FV	GL	SC	CM	FC	F α	
					.05	.01
Bloques	2	3.35	1.675			
Hembras	9	36.11	4.012	8.428**	2.46	3.61
Error "a"	18	8.57	0.476			
Parcelas grandes	29					
Machos	8	11.80	1.475	2.583**	2.00	2.64
Hembras x Machos	72	74.12	1.029	1.802**	1.39	1.58
Error "b"	160	91.42	0.571			
Parcelas chicas	240					
Total	269					

El ANVA indicó diferencias significativas en la capacidad de establecimiento de las cruzas triples debido a la línea materna utilizada (hembra), así como también hubo efectos significativos de la línea paterna (machos). El análisis estadístico reveló además que el efecto de una línea materna en promedio, no fue consistente en todos los machos y viceversa; es decir la interacción hembra por macho fue significativa.

La comparación de medias para las hembras de las cruzas triples (Cuadro 3) indicó que la línea experimental materna SS7 fue superior a todas las otras hembras logrando sus cruzas establecimiento de 99.07%. La hembra SS3 resultó inferior a todas las otras líneas hembra logrando sus cruzas 61.10% de establecimiento. Las cruzas de las otras ocho líneas maternas resultaron estadísticamente iguales entre si alcanzando valores entre 82.40 y 88.88% de plantas establecidas. La superioridad de las plantas descendientes de la hembra SS7 se notó desde el momento del transplante al extraer las plantas de las charolas; en general, las plantas de esta línea tuvieron cepellones muy bien formados con abundantes raíces.

Cuadro 3. Comparación de medias para el número de plantas establecidas por parcela de las cruzas triples derivadas de 10 hembras sexuales y porcentaje de establecimiento de zacate buffel

Hembras	No. de plantas establecidas	Establecimiento %
SS7	3.963 a	99.07
SS9	3.555 b	88.88
SS1	3.518 b	87.95
SS2	3.518 b	87.95
SS10	3.518 b	87.95
SS14	3.518 b	87.95
SS6	3.481 b	87.02
SS12	3.296 b	82.40
SS13	3.296 b	82.40
SS3	2.444 c	61.10

La comparación de medias para el número de plantas establecidas por parcela de las cruzas triples derivadas de nueve machos apomícticos y el porcentaje de establecimiento se presentan en el Cuadro 4. El mayor establecimiento lo lograron las poblaciones donde Nueces fue el padre con 94.15%. El otro extremo fue el de las poblaciones descendientes de Formidable con 75.84% de establecimiento.

Cuadro 4. Comparación de las medias para número de plantas establecidas por parcela de las cruza triples de zacate buffel derivadas de nueve machos de reproducción apomíctica y porcentaje correspondiente de establecimiento.

Machos	No. de plantas establecidas	Establecimiento %
Nueces	3.766 a	94.15
H17	3.633 ab	90.82
Higgins	3.533 ab	88.32
Biloela	3.500 ab	87.50
B1s	3.366 abc	84.15
Común II	3.333 abc	83.32
Z-115	3.300 bc	82.50
Común	3.233 bc	80.82
Formidable	3.033 c	75.84

La comparación de medias dio lugar a la formación de tres grupos: el primero con los seis promedios más altos que correspondieron además del híbrido Nueces al híbrido H17, así como Higgins, Biloela, B-1s y Común II. El grupo intermedio estuvo formado con los siete promedios entre los valores extremos de 75.84 y 94.15 por ciento. El tercer grupo se formó con los promedios de B-1s, Común II, Z-115, Común y Formidable. De acuerdo a los resultados los híbridos Nueces, H17 y la variedad Biloela serían los más recomendables como progenitores masculinos para formar híbridos.

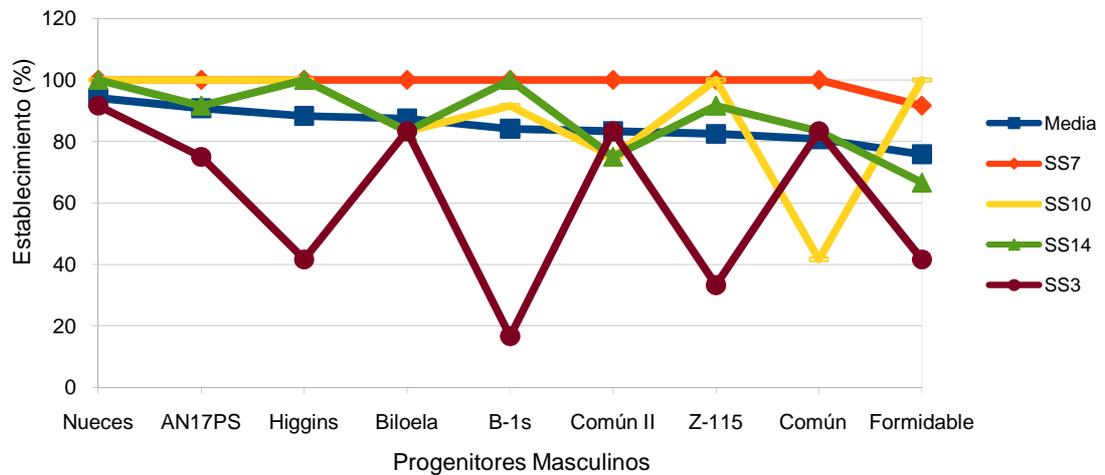


Figura 1. Establecimiento promedio de las cruza triples de diez hembras F₁ con cada uno de nueve machos y establecimiento específico de las cruza triples de cuatro hembras con cada uno de los nueve machos.

Con respecto a la interacción, en la Figura1 se presenta el porcentaje de establecimiento de las cruza triples de cuatro hembras con cada uno de los nueve machos. Se incluye además los valores promedio por el establecimiento de las cruza triples de las diez hembras con cada uno de los machos. Se ratifica en esta figura la consistencia de la hembra SS7 con cada uno de los machos, lo cual se explica por la naturaleza reproductiva apomíctica y no sexual de esta línea. Los valores promedio de todas las hembras formaron una línea de respuesta similar a la de línea SS7. Por el contrario, la hembra SS3 fue la de mayor contribución a la interacción al tener una gran fluctuación con los diferentes machos. El menor establecimiento de la crusa SS3 con B1s se

explica por la mayor variabilidad genotípica que se esperaría entre los individuos de la cruce triple entre hembra F₁ de reproducción sexual con macho de reproducción sexual; al haber mayor variabilidad genética en esta cruce se esperaría un promedio mas bajo en establecimiento. Las cruces de las hembras SS10 y SS14 tuvieron el mismo promedio de establecimiento sobre todos los machos, pero al graficar los valores de establecimiento con cada macho se observan valores diferentes pero semejantes con cada macho excepto con Común y Formidable.

Resultados para Digestibilidad *In Vitro*

En el experimento para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de nueve variedades de zacate buffel a siete tiempos de incubación, mediante el método DAISY, el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para el factor B (tiempos de incubación) $\alpha \leq 0.01$, pero no detectó diferencias significativas entre los niveles del factor A (variedades) ni para la interacción. El ANVA también detectó diferencias altamente significativas entre repeticiones (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de nueve variedades de zacate buffel a diferentes tiempos de incubación. Saltillo, Coahuila, 2010.

FV	Gl	SC	CM	FC	F α	
					.05	.01
REP	1	3490.22	3490.22	40.08 **	4.00	7.07
VAR	8	339.71	42.46	0.49 NS	2.10	2.82
TIEMP	6	48326.61	8054.43	93.89 **	2.25	3.11
V*T	48	3272.36	68.17	0.73 NS	1.56	1.88
E. EXP	62	5318.82	85.79			
TOTAL	125	60747.71				

CV= 17.8%

En el Cuadro 6 se presentan los promedios de la digestibilidad de materia seca de las nueve variedades a diferentes tiempos de incubación. Aunque no hubo diferencias significativas entre variedades, el rango en el coeficiente de digestibilidad fue de 49.24 por ciento para B-1s a 54.19 por ciento para Biloela. García *et al.* (2003) evaluaron el efecto del genotipo del zacate buffel y la época de corte sobre el valor nutritivo. Ellos encontraron mayores diferencias entre época de corte que entre los seis materiales evaluados. El mayor efecto sobre la digestibilidad lo tuvo el factor tiempos de incubación, de

acuerdo a la comparación de medias se formaron cuatro grupos: El coeficiente de digestibilidad más alto, 79.9%, se obtuvo a las 48 horas de incubación y fue estadísticamente igual a 72 horas que tuvo un porcentaje de 71.5% y que a su vez fue estadísticamente igual a 24 horas con 66.74%. El coeficiente de digestibilidad a las 12 horas fue de 52.52% y fue estadísticamente diferente al resto de los tiempos de incubación. El coeficiente de digestibilidad para 0, 3 y 6 horas fue de 30, 30.2 y 32.2% que fueron estadísticamente iguales entre si y diferentes al resto de los tratamientos. Todas las variedades con excepción de Higgins tuvieron el porcentaje de digestibilidad más alto a las 48 horas de incubación; así mismo todas las variedades con excepción de esta variedad disminuyeron su digestibilidad en un 11% a las 72 horas de incubación.

La digestibilidad promedio de los siete tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas) y de las nueve variedades (TAM CRD B-1s, Zaragoza-115, H-17, Biloela, Común, Común II, Formidable, Higgins y Nueces) fue de 52.02 por ciento. Este valor esta dentro del rango reportado por García *et al.* (2003). En seis materiales ellos reportan una media de 51.2 por ciento de digestibilidad con un rango de 47.4 a 55 de los seis materiales evaluados.

Cuadro 6. Comparación de medias del coeficiente de digestibilidad *in vitro* (%) de la materia seca en nueve variedades de zacate buffel a diferentes tiempos de incubación. Saltillo, Coahuila, 2010.

	Coeficiente de DIV (%) de la Materia Seca									
Tiempo horas	H-17	Biloela	Común	Común II	Formidable	Higgins	Nueces	B-1s	Z-115	Promedio
0	29.41	30.52	28.78	29.48	31.00	32.05	30.17	31.79	26.98	30.02 d
3	30.95	29.51	29.19	30.79	32.08	30.73	30.55	31.15	27.52	30.27 d
6	32.14	34.52	33.72	35.64	32.51	34.32	33.55	34.21	28.40	33.22 d
12	35.84	51.87	57.09	61.76	56.92	52.29	50.55	53.62	52.76	52.52 c
24	65.03	77.13	66.59	63.83	56.97	73.97	66.11	63.22	67.83	66.74 b
48	83.86	82.72	81.54	83.55	83.49	66.42	82.26	68.61	86.80	79.92 a
72	75.86	73.12	76.23	63.15	77.63	73.30	57.14	62.07	84.98	71.50 ab
Promedio	50.44 a	54.2 a	53.31 a	52.6 a	52.94 a	51.87 a	50.05 a	49.24 a	53.61 a	52.02

En la Figura 2 se presenta el promedio de la digestibilidad de las nueve variedades en cada uno de los tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas). Como se puede observar el comportamiento de la digestibilidad *in vitro* sigue una curva sigmoide en el que a medida que aumenta el tiempo de incubación se incrementa el porcentaje de la digestibilidad *in vitro*. Existe una correlación significativa ($r=0.8535^*$) entre el tiempo de incubación y la digestibilidad ($\alpha \geq 0.05$). Lo que indica que la digestibilidad de los alimentos será mayor entre más tiempo se expongan las muestras al ataque de los microorganismos. Sin embargo, llega un momento en el que a medida que se incrementa el tiempo de exposición de los alimentos la digestibilidad de estos baja; como ocurrió en el tiempo de 72 horas todas las variedades, con excepción de Higgins, el porcentaje de digestibilidad *in vitro* bajó. De esto se desprende que existe un tiempo determinado de exposición (48 horas) en la que se obtiene la máxima digestibilidad de un alimento.

En los primeros tiempos, 0, 3 y 6 horas, el porcentaje de digestibilidad se mantuvo constante 30, 30.3 y 30.2% respectivamente, con un promedio de 31.1 por ciento en los tres tiempos. Sin embargo, a las 12 horas la digestibilidad se incremento un 68.8 por ciento con respecto a este bloque; el crecimiento de la curva fue continuo y a las 24 horas el porcentaje se incrementó un 115% con respecto a este mismo parámetro.

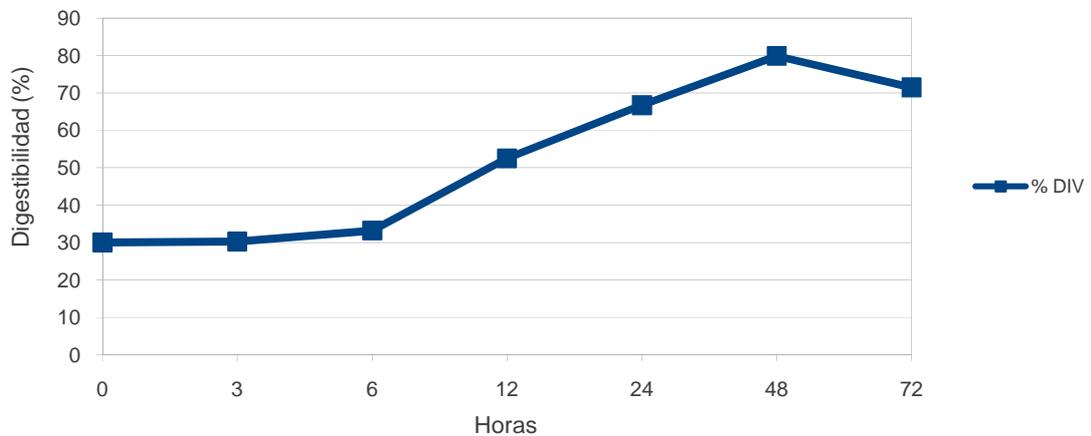


Figura 2. Promedio de digestibilidad de la materia seca (%) de nueve variedades de zacate buffel a diferentes tiempos de incubación.

La mayor digestibilidad (79.9%) se obtuvo con 48 horas de incubación, que tuvo un incremento de 157 por ciento con respecto al promedio de los tres primeros tiempos de incubación. A partir de este tiempo la digestibilidad *in vitro* bajó un 11 por ciento de forma que a las 72 horas el coeficiente de digestibilidad *in vitro* fue de 71.5 por ciento.

En la Figura 3 se observa la digestibilidad de cada una de las nueve variedades y líneas experimentales de zacate buffel en cada uno de siete niveles de incubación.

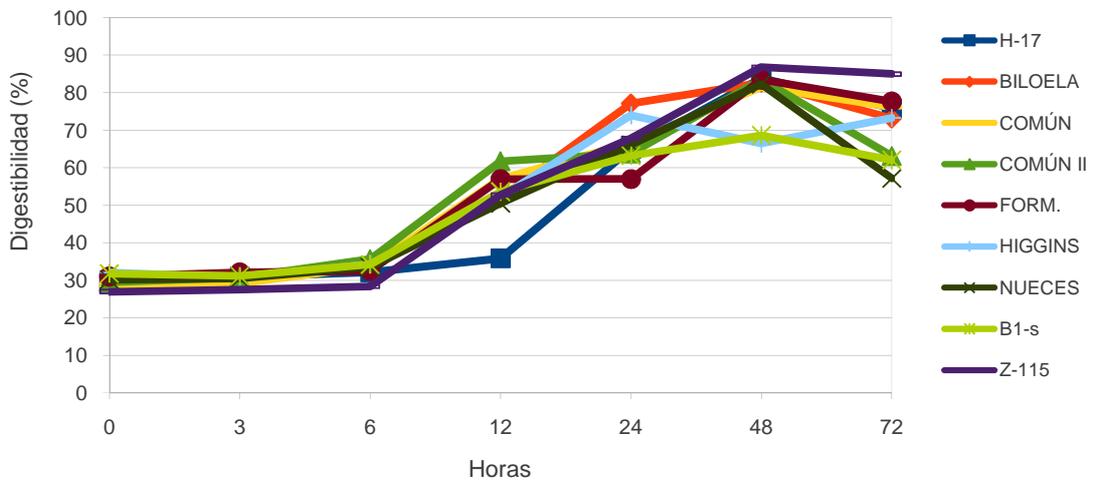


Figura 3. Digestibilidad de la materia seca de nueve variedades de zacate buffel a diferentes tiempos de incubación.

Se observa que Higgins fue la que obtuvo una mayor digestibilidad 32.05 por ciento, cuando no hubo incubación de materiales (0 horas), en el tiempo 3 la variedad Formidable presenta un mayor porcentaje de digestibilidad con 32.08%. Común II fue la variedad que presentó un mayor porcentaje de digestibilidad a las 6 y 12 horas con 35.64 y 61.76% respectivamente. A las 24 horas de incubación la variedad Biloela con 77.13 por ciento de digestibilidad. En el tiempo de 48 horas, que es donde se presenta el mayor porcentaje de digestibilidad en la mayoría de las variedades, Zaragoza 115 fue la variedad que tiene el mayor porcentaje de digestibilidad con 86.80 por ciento, mientras que la variedad que presentó el menor porcentaje de digestibilidad en este tiempo fue la variedad Higgins con 66.42%. En el último nivel de incubación (72 horas) donde los porcentajes de digestibilidad de las variedades empieza a decaer, la

variedad con el mayor porcentaje de digestibilidad fue Z-115 con 84.98 por ciento. Este valor supera al reportado, por Osuna (1986), ella reportó un porcentaje de digestibilidad para Z-115 de 51.93 a 64.32 por ciento.

Bashaw (1981) reportó que el heno del zacate buffel tiene una digestibilidad *in vitro* de materia seca de 61 por ciento y reportó a Llano, con 56 por ciento, como una variedad de pobre digestibilidad. En esta investigación las variedades utilizadas obtuvieron a las 48 horas un promedio de digestibilidad de 79.92 por ciento que superó con 31 por ciento al valor reportado por Bashaw (1981) y aun Higgins que fue la que obtuvo el valor más bajo (66.42 por ciento) en este tiempo supera el valor reportado por Bashaw.

CONCLUSIONES

El establecimiento de las cruzas triples fue superior cuando se utilizaron como machos las variedades Nueces y AN17PS que son de hábito rizomatoso. La variedad Común que no desarrolla rizomas produjo cruza triples con menor capacidad de establecimiento. Todas las hembras sin excepción produjeron cruza triples con alta capacidad de establecimiento cuando los machos fueron los híbridos Nueces o AN17PS.

Todas la variedades utilizadas como machos mostraron valores aceptables de digestibilidad *in vitro* por lo cual la selección de alguna de ellas para la formación de cruza triples con amplia variabilidad genética deberá fundamentarse en otras características importantes entre éstas el hábito de crecimiento rizomatoso.

LITERATURA CITADA

- Ackerman, B. A. y D. J. Gordon. 1991. Gramíneas de Sonora. Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero. Secretaria de Agricultura y Recurso Hidráulicos, Hermosillo, Sonora.
- Agostini J. J., J. A. Morales and D. Enkerlin. 1981. Yield and quality of two hybrids of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) damaged by different population of the spitiebug (*Aeneolamia albofaciata*) and (*Prosapia simians*). In Spanish Agronomia 200: 42-47.
- Anderson, E. R. 1970. Effect of flooding on tropical grasses. In Proc. 11 Int-Grassland Congress. Surfer Paradise. pp: 591-594.
- Arizona Interagency Range Technical Sub-committee. 1973. Guide to Improvement of Arizona Rangeland. The University of Arizona, Cooperative Extension Service and Agricultural Experiment Station. Tucson, Arizona.
- Austgen, L. and Bowen R. A. 1998. Pathophysiology of the digestive system. Colorado State University. June 1998.
- Alvir, M. R. y González J. 1992. Efecto de la relación forraje-concentrado de la ración sobre la degradabilidad ruminal de las materias nitrogenadas de cuatro henos. Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animal. 7: 21-25.
- Ayala A., C. y Rosado R. 2003. Evaluación del método de lavado de bolsas (manual vs lavadora) en la técnica de degradación ruminal *in situ*. Téc. Pecuaria. pp: 337-342.
- Ayala M., E. 1976. Como mejorar la alimentación animal. Editorial Sertebi. Barcelona España. pp: 78-79.
- Ayerza, R. H. 1981. El Bufelgrass: Utilidad y manejo de una promisorio gramínea. Ed. Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires, Argentina. 139 p.
- Bashaw, E. C. 1962. Apomixis and sexuality in buffelgrass. Crop Sci. 2:412-415.
- Bashaw, E. C. 1968. Registration of Higgins buffelgrass germplasm. Crop Sci. 9:396.
- Bashaw, E. W. 1969. Registration of buffelgrass germplasm. Crop Sci. 9: 396.

- Bashaw, E. C. 1975. Problems and possibilities of apomixis in the improvement of tropical forage grasses. In: E.C. Doll and G.O. Mott (eds.). Tropical Forages in Livestock Production Systems. Am. Soc. Agron. Special Pub. No. 24 pp: 23-30.
- Bashaw, E. C. 1980. Registration of Nueces and Llano buffelgrass. *Crop Sci.* 20:11.
- Bashaw, E. C. 1981. Nueces and Llano buffelgrass. Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with U.S. Department of Agriculture. L-1819.
- Bashaw, E. C. 1985. Buffelgrass origins. In: E. C. A. Runge and J. L. Schuster (eds.). Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. The Texas Agricultural Extension Service; U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service. College Station, Texas. MPI 1575. pp: 6-8.
- Bashaw, E. C. and W. W. Hanna. 1990. Apomictic reproduction. In: G. P. Chapman (ed.). Reproductive versatility in the grasses. Cambridge University Press. pp. 100-130.
- Bashaw, E. C. and K. W. Hignight. 1990. Gene transfer in apomictic buffelgrass through fertilization of an unreduced egg. *Crop Sci.* 30: 571-575.
- Besse, J. 1977. La Alimentación del Ganado. Segunda edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp: 55-60.
- Bogdan, A. V. 1997. Pastos tropicales y plantas de forraje. AGT Editor, S.A. México, D.F. pp: 66-69.
- Bowles, D. J. 1990. Defense-related proteins in higher plants, *Ann. Rev. Biochem.* 59: 873-907.
- Brown, W. V. and H. Emery. 1958. Apomixis in the gramineae: Panicoideae *Amer. Jour. Bot.* 45:253-263.
- Cantú B., J. E. 1989. 150 Gramíneas del Norte de México. Monografía U.A.A.A.N. Torreón, Coahuila. 145 p.
- Cavaye, J. M. 1988. Buffelgrass basics. *Queensland Agricultural Jour. Bot.* 2: 69-72.
- Cázares de H., O., M. Martín R. F. Ibarra. 1995. Que es la mosca pinta. *Bol. Rancho. PATROCIPEJ-SARH GOB. EDO SON-VGRS.* Vol.3 No. 21.
- Cid, del V. F., J. Ramírez J., Becerra. J. Velázquez y T. Medina. 1981.

Adaptación y producción de gramíneas en el estado de Sonora. Resúmenes. XV Reunión Anual INIP, SARH. pp: 304-308.

- Cook, D. G., B. Pengelly, S. D. Brow, J. L. Donnelly, D. A. Eagles, M. A. Franco, J. Hanson, B. F. Mullen, I. J. Patridge, M. Peters and R. Schultze-Kraf. 2005. Tropical forages: an interactive selection tool (CD-ROM) CSIRO, DPIQ OF, CIAT and IL IR. Brisbane, Australia.
- Cox, J. R., M. H. Martin R., F. A. Ibarra F., J. H. Fourie, N. F. G. R. Rethman and D. G. Wilcox. 1988. The influence of climate and soils on the distribution of four African grasses. *J. Range Manage.* 41:127-139.
- Church, D. C. 2002. Fundamentos de la Nutrición y Alimentación de los Animales. Segunda Edición. Ed. Limusa. México, D.F. pp: 63 y 64.
- de Alba, J. 1980. Alimentación del ganado en América Latina. Segunda Edición. México, D.F. pp: 33, 70 y 71.
- de León, G. R. 1973. La producción de semilla de especies forrajeras en México. Memorias del VII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. Villahermosa, Tabasco. pp: 1-8.
- Eguiarte J., A. 1991. El zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y su potencial forrajero en la Costa del Pacífico. CIPEJ, SARH, INIFAP, GOB, EDO, UGRJ. Boletín CIPEJ No. 24.
- Enriquez, de L. R. 1997. Potencial del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) para la producción de carne en el norte de México. Monografía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México, 54 p.
- Euzarraga U., P. y García C. R. F. 1988. Digestibilidad *in Vitro* de la M.S. y M.O. por las técnicas de Tilley y Tenry (1963) y la modificación de Tilley y Tenry por Barnes (1969). Memorias Segunda Reunión Bianual de Nutrición Animal. UAAAN, Saltillo, Coahuila, México.
- Fisher, W. D., E. C. Bashaw, and E. C. Holt. 1954. Evidence for apomixis in *Pennisetum ciliare* and *Cenchrus setigerus*. *Agron Jour.* 46: 401-404.
- Flemons, K. F. and R. D. Whalley. 1958. Buffelgrass *Cenchrus ciliaris* L. *Agricultural Gazette New South Wales* 69: 449-460.
- Flores M., J. A. 1980. Bromatología Animal. Segunda Edición. Ed. Limusa. México. 930 p.
- Flores M., J. A. 1989. Manual de alimentación Animal. Tomo 1. Ed. Limusa. México, D.F. 30: 33-34.

- Galyean, M. L. and Goetsch, A. L. 1993. Utilization of forage fiber by ruminants In: H. G. Jung. Forage cell wall structure and digestibility ASACSSA_SSSA. Madison, WL. pp: 33-62.
- García D, G. J., R. G. Ramírez L., R. Forouhbakhch, R. Morales R., G. Garcia D. 2003. Valor nutricional y digestión ruminal de cinco líneas apomicticas y un híbrido de zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) Tec. Pec. 41: 209-218.
- Garza T., R., G. G. Martínez, M. S. Treviño, J. L. Monroy, V. C. Pérez, G. O. Chapa, 1973. Evaluación de 14 zacates en la region de Hueytamaico, Puebla. Téc. Pec. México. 1:24:7-16.
- Giráldez, F. J., Mantecón, A. R., y Manso, T. 1994. Efecto del tipo de dieta y de la frecuencia de alimentación sobre la actividad degradativa ruminal. Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animal. 9:245-259.
- Gómez M., S. 1994. Autofecundación e hibridación en un clon sexual del zacate apomíctico *Cenchrus ciliaris* L. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 110 p.
- Gómez M., S. y J. R. González D. 2002. Fertilización nitrogenada y fechas de aplicación en la producción de semilla de zacate buffel. Memorias XIX Congreso Nacional de Fitogenética Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 207 p.
- González D., J. R. 1998. Generación de nuevos cultivares en gramíneas forrajeras apomicticas. Memorias del Primer Simposium Internacional de Semillas Forrajeras. U.A.A.A.N. - INIFAP. 23-25 de Septiembre de 1998. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- González D., J. R. y S. Gómez M. 2000. Nuevos híbridos de zacate buffel. Memorias. Foro de Investigación. Avances y Resultados. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. pp: 19-22.
- González D., J. R., S. Gómez, M. y L. M. Cortez, J. 1990. Tolerancia a heladas y producción de forraje y de semillas en líneas y variedades de zacate buffel. Rev. Fit. Mex. 13: 76-86.
- González D., J. R., S. Gómez M. y L. Pérez, P. 1998. Componentes del rendimiento de semilla en híbridos apomícticos de *Cenchrus ciliaris* resistentes a *Pyricularia grisea*. Memorias XVII Congreso de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Universidad Autónoma de Guerrero, Acapulco, Guerrero. p. 60.

- González D., J. R., S. Gómez M. y C. Vázquez M. 2000. Rendimiento de semilla y sus componentes en una línea hexaploide de zacate buffel *Pennisetum ciliare*. Memorias XVII Congreso de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Universidad Autónoma de Guanajuato. Irapuato, Guanajuato, México. p. 267.
- Grant, M. 1974. Influence of rumen fluid source and fermentation time on *in vitro* true dry matter digestibility. J. Dairy. Sci. 57:1201.
- Hanna, W. W. and E. C. Bashaw. 1987. Apomixis: its identification and use in plant breeding. Crop Sci. 27: 1136-1139.
- Hanselka, C. W. 1988. Buffelgrass South Texas wonder grass. Rangelands. 10: 279-281.
- Hanselka, C. W. y D. Johnson. 1991. Establecimiento y manejo de praderas de zacate buffel Común en el sur de Texas y en México. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento Integral del Zacate Buffel. Cd. Victoria, Tamps. 20-23 de agosto. pp. 54-59.
- Hanson, A. A. 1972. Grass varieties in the United States. Agricultural Research Service. USDA. Agriculture Handbook N° 170. pp. 39- 40.
- Hatch, S. L. y M. A. Hussey. 1991. Origen taxonomía y oportunidades de mejora genética del zacate buffel y especies a fines. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional Aprovechamiento Integral de zacate buffel. 20-23 de agosto. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. pp. 3-13.
- Holt, E. C. 1985. Buffelgrass a brief history In: Range and J.L. Schuster (eds.). Buffel grass Adaptation management and forage quality. symposium Texas Agr. Exp. Sta. in cooperation with the Texas Agric. Ext. Serv; U.S. Department of Agricultural-Soil Conservation Service. College Station, Tx. MP 1575 pp:1-6.
- Holt, E. C. and E. C. Bashaw. 1976. Developing improved grasses and legumes in Texas: Development, production and utilization. Holt, E. C. and R. D. Lewis (eds.). The Texas Agric. Exp. Sta. Texas A&M University. College Station. Texas. Research Monograph. pp: 7-9.
- Hussey, L. R. 1985. Buffelgrass breeding and evaluation for South Texas in: buffelgrass adaptation, management and forage quality. The Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with the Texas Extension Service, U.S. Department of Agriculture, Soil Conservation Service College Station, Texas Agr. Exp.Sta. pp. 9-12.

- Hussey, M. A. y E. C. Bashaw. 1990. Avances en el mejoramiento genético del zacate buffel. Memorias IV Conferencia Internacional de Ganadería Tropical. Univ. Aut. de Tamaulipas Cd. Victoria, Tamps. México. pp: 12-15.
- Ibarra F., F. J. R. Cox, y M. Martín R. 1991. Efecto del suelo y clima en el establecimiento y persistencia del zacate buffel en México y sur de Texas. Séptimo Congreso Nacional SOMMAP. Simposium Internacional. Aprovechamiento integral de zacate buffel. Cd Victoria. Tamaulipas. pp: 14-28.
- Jaakola, S. and P. Huhtanen. 1993. The effects of forage preservation method and proportion of concentrate on nitrogen digestion and rumen fermentation in cattle. *Grass Forage Sci.* 48: 46-154.
- Jaramillo V., V. 1994. Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas áridas y semiáridas de México. COTECOCA – SARH. México, D.F. 48 p.
- Johnson R. R. 1963. Symposium on microbial digestion in ruminants *in vitro* rumen fermentation techniques. *Jour. Anim. Sci.* 22:792.
- Johnson, R. R. 1966, Techniques and procederes for *in Vitro* and *in vivo* rumen studies. *J. Anim. Sci.* 25:855.
- Johnson, R. R., B. A. Dehority, J. L., Pearsons and H. W. Scott: 1962. Discrepancies between grasses and alfalfa when estimating nutritive value from *in vitro* cellulose digestibility by rumen microorganisms *J. Anim. Sci.* 21:892.
- Judd, I. B. 1979. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.). *Handbook of Tropical Forage Grass.* pp: 65-68.
- Jung, H. G. and P. Allen, 1995. Characteristics of plant cell wall affecting intake and digestibility of forage by ruminants. *Journal Animal Science* pp: 73-2774.
- Kawas, J. R., Lopez, J. D., y Lu, C. D. 1991. Influence of forage to concentrate ration on intake, digestibility, chewing and milk production in dairy cows. *Smallrum. Res.* 4: 11-15.
- Marten, G. C. y Barnes, R. F. 1980. Prediction of energy digestibility of forages with *in vitro* rumen fermentation and fungal enzyme systems. *Standardization of Analytical Methodology for feeds.* pp: 61-71.
- Mc Donald F. B. 1969. *Nutrición animal.* Editorial Aribia, Zaragoza, España.

- Minson, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press. Inc.
- Minson, D.J. and R.A. Bray. 1985. Aust. J. Exp. Agric. 25:306-310.
- Mutz, J. L. and C. J. Scifres. 1975. Soil texture and planting depth influence buffelgrass emergence. Jour. Range Manage. 28: 222-224.
- Nelson B., D., D. Elizay. C., Montgomery and E. B. Morgan. 1972. Factors affecting the variability and *in vitro* rumen fermentation technique for estimating forage quality. J. Dairy Sci. 55:358.
- Ocuppaugh, W. and C. W. Hanselka. 1998. Blight on buffelgrass what's hot. [Http://cnrit.tamu.edu/cgrm/whtazhot/plants/bligth.html](http://cnrit.tamu.edu/cgrm/whtazhot/plants/bligth.html).
- Ocuppaugh, W. and O. Rodríguez. 1998. Pasture forage production Integration of improved pastures species into South Texas livestock production systems. Proceeding Management of grazinglands in Northern México and South of Texas. Workshop Texas A&M International University. Laredo, Texas. pp: 49-60.
- Osuna R., O. M. 1986. Validación de nueve materiales de zacate buffel bajo condiciones de temporal en Zaragoza, Coahuila. Centro de Investigaciones Agrícolas de Noroeste (CIAN). Avances de Investigación Agrícola en Zonas de Riego y Temporal. pp: 141-142.
- Parodi, R. L. 1964. Gramíneas bonaerenses. Editorial ACME AGENCY. Quinta Edición. Buenos Aires. Argentina. 91 p.
- Paull, C. J. and G. R. Lee. 1978. Buffel grass in Queensland. Queensland Agricultural. Jour. 104: 57-75.
- Pedraza, R. 2001. Estimación del valor nutritivo de los alimentos para rumiantes con énfasis en las técnicas *in sacco* y de producción de gas *in vitro*. Rev. Producción Animal. pp: 45-51.
- Ramírez G, F., M. H. Reyes V., J. R. González D., S. Gómez M y V. Robledo T. 1998. Determinación del número cromosómico en seis materiales de zacate buffel. Memorias del XVII Congreso de Fitogenética. SOMEFI Universidad Autónoma de Guerrero. Acapulco, Guerrero. p. 397.
- Robles S. R., O. Eichelmann, B. y O. Alvarado, A. 1990. Cultivo del zacate buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). En: Producción de granos y forraje. Robles S., R. (ed). Quinta edición. Ed. Limusa. México, D.F. pp: 442-465.
- Rodríguez, R. O. 1998. Producción y acondicionamiento del zacate buffel. Memorias del Primer Simposium Internacional de Semillas Forrajeras.

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Saltillo, Coahuila, México.

Rodriguez, O., J. González-Dominguez., J. P. Krauz, G. N. Odvody., J. P. Wilson, y W. W. Hanna. 1999. First report and epidemic of buffelgrass blight caused by *Pyricularia grisea* in South Texas. *Plant Disease* 83:398.

Romero F., J. 1981. Zacate Buffel para producción de carne bajo temporal SARH – INIA – CIAPAN. Culiacán, Sinaloa. 28 p.

Rosero, R. y S. Posada. 2007. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Rev. Col. Cienc. Pec.* pp: 174-182.

Ryan J., Miyamoto, S. and J. L. Stronehlein. 1975. Effect of acidity on germination of some grasses and alfalfa. *J. Range Management.* 28: 154-155.

Sáenz, A. J. 2000. Monterrey, N. L., México. www.geocities.com/jass2000mx7index.html

SAGARPA. Anuario Estadístico de Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos, 2000. México. 2002. Coahuila. [Http://www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx).

Saldívar, F. A. 1990. Genética de gramíneas y sus efectos a corto y a mediano plazo en productividad. Memorias de la IV Conferencia Internacional de Ganadería Tropical. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Agronomía. Ciudad Victoria. Tamaulipas, México. pp: 5-6.

Snyder, L. A., A. R. Hernández, and H. E. Warmke. 1955. The mechanism of apomixis in *Pennisetum ciliare*. *Bot. Gaz.* 116: 209-221.

Sosa M., E. 1974. Manual de Procedimientos Alimenticios para Alimentos de Consumo Animal. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Torres M., J. J. 2005. Segregación del modo de reproducción en cruces de zacate buffel tetraploide sexual por hexaploide apomítico. Tesis Maestría. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 89 p.

Van Soest, P. J. 1994. Nutricional ecology of the ruminant. 2nd Edition. Comstok, Cornell University, Press, Ithaca, New York.

Varmer, M. 1998. Digestive Physiology, University of Maryland.

Welch, T. G. and M. R. Haferkamp. 1987. Seeding Rangeland. Texas Agricultural Extension Service Texas A&M University System. College

Station, Texas. B-1379.

- White, L. D. and D. Wolf. 1985. Nutritional value of common buffelgrass. In: Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. The Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with The Texas Agricultural Extension Service; U.S. Department of agriculture Soil Conservation Service. College Station, Texas. MP 1575. pp. 13-24.
- Whyte, R. O., T. R. G. Moir and J. P. Cooper. 1959. Grasses in Agriculture FAO Agricultural Studies No. 42. 24 p.
- Williamson, J. and B. Pinkerton. 1985. Buffelgrass establishment. In: Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality. The Texas Agricultural Experiment Station in cooperation with, the Texas Agricultural Extension Service. U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service, College Station, Texas. MP 1575. pp: 25-29.
- Woodward, W. T. W. 1980. Performance of buffelgrass cultivars for South Texas. Texas Agricultural Experiment Station.