

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRICOLAS



**RENDIMIENTO, TASAS DE CRECIMIENTO Y COMPONENTES
MORFOLOGICOS DE TRES VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA [*Cynodon
dactylon (L.) Pers*] EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.”**

TESIS

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

PRESENTA:

MANUEL HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS

M.C. JUAN RODRÍGUEZ GARCÍA

MEXICALI, B. C., MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2012

La presente tesis titulada “**Rendimiento, tasas de crecimiento y componentes morfológicos de tres variedades de zacate Bermuda [*Cynodon dactylon (L.) Pers*] en el valle de Mexicali, B.C.**”, realizada por el C. Manuel Hernández Hernández, siendo aceptada, revisada y aprobada por el Consejo Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS
DE PRODUCCION ANIMAL**

Consejo Particular

Presidente _____

M.C Juan Rodríguez García

Sinodal _____

DR. Enrique G. Álvarez Almora

Sinodal _____

Ph. D. Leonel Avendaño Reyes

“POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE”

Ejido Nuevo León, Mexicali Baja California, México; Noviembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Al consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero recibido, sin el cual no hubiese sido posible la obtención de este Posgrado.

A la Universidad Autónoma de Baja California, al Instituto de Ciencias Agrícolas.

Al M.C. Juan Rodríguez García, por su asesoría, paciencia en la revisión de mi tesis, disposición, consejos, y sobre todo la enseñanza integral. Gracias.

A si como también a mis asesores Dr. Enrique Gilberto Álvarez Almora, Ph. D. Leonel Avendaño Reyes, por su apoyo, disposición y sugerencias en el desarrollo de la investigación y elaboración de esta tesis.

A los profesores del ICA que me impartieron las materias asignadas para lograr la maestría.

Sandra por su apoyo y amistad. Muchas gracias.

A mis amigos y compañeros y todas aquellas personas quienes siempre recibí motivación para realizar y culminar mis estudios de posgrado.

DEDICATORIAS

A mis padres por sus sacrificios, apoyo incondicional en todo momento, enseñanzas y consejos a lo largo de mi vida.

A mis hermanas por ese gran cariño que nos une, por todo su apoyo brindado, por impulsarme a lograr mis metas.

Vianeth. Por su cariño por su amor y apoyo en los momentos felices y difíciles de la vida.

“Y Finalmente, deseo dedicarme este momento tan importante e inolvidable; a mí mismo, por no dejarme vencer, que en ocasiones el principal obstáculo se encuentra dentro de uno”

RESUMEN

Para evaluar el rendimiento, altura de la planta, tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y componentes morfológicos del zacate Bermuda, se realizaron dos experimentos, con tres variedades; Gigante, Tifton-68 y Tifton-85. El periodo de crecimiento se llevó a cabo de Marzo a Noviembre 2010 en ambos estudios. Para determinar el rendimiento y altura de la planta (experimento uno), se hicieron ocho cortes cada 21 días utilizándose un arreglo en parcelas divididas bajo un diseño de bloques completos al azar. Para evaluar la tasa de crecimiento y componentes morfológicos (experimento dos), se efectuaron tres periodos de crecimiento (primavera, verano y otoño), en un diseño en bloques al azar, con arreglo factorial (3 X 6). Se realizaron cortes semanales durante un periodo de seis semanas. El Tifton-85 tuvo el mayor ($P<0.05$) rendimiento con 30,546 Kg MS ha⁻¹ seguido por Tifton-68 con 25,169 Kg MS ha⁻¹ y la de menor ($P<0.05$) producción fue Gigante con 20,096 Kg MS ha⁻¹. La mayor ($P<0.05$) altura promedio de planta correspondió a Tifton-68 con 21.18 cm y la menor ($P<0.05$) para Gigante con 13.68 cm. En primavera las variedades con mayor ($P<0.05$) TCC fueron Tifton-68 y Tifton-85 con 213.2 y 210.7 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y la de menor ($P<0.05$) TCC fue Gigante con 30.2 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹. El Tifton-85 presentó mayor ($P<0.05$) porcentajes de hojas y relación H:T con 76.8% y 5.8 respectivamente. La variedad Gigante presentó mayor ($P<0.05$) porcentajes de MM y Tallo. En verano la mayor ($P<0.05$) TCC fue Tifton-68 con 426.2 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ seguida por Tifton-85 con 276.1 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y la de menor ($P<0.05$) TCC fue Gigante con 11.5 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹. La variedad Gigante presentó mayor ($P<0.05$) porcentajes de hojas con 73.9% y menor ($P<0.05$) de tallo, por lo que su relación H:T fue mayor ($P<0.05$) con 8.3 y la menor

($P < 0.05$) fue Tifton-68 con 1.8, para tallo la de mayor ($P < 0.05$) porcentaje fue Tifton-68 con 26.9%. En otoño, la variedad con mayor ($P < 0.05$) TCC fue Gigante con 291.3 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹, seguido por Tifton-68 con 289.7 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y la menor ($P < 0.05$) TCC fue para Gigante con 66 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹. El Tifton-68 presentó mayor ($P < 0.05$) producción de MM (53.8%), hojas (58.7%) y relación H:T con 6.9. La variedad Tifton-85 presentó la mayor ($P < 0.05$) producción de tallo con 27.7%. Se concluye que los híbridos tienen mejor productividad que el Bermuda Gigante y crecimiento en cada estación evaluada.

SUMMARY

Evaluate the yield, plant height, cultivar growing rate (CGR) and morphological components of the Bermudagrass, this study were conducted two trial, used three varieties; Giant, Tifton-68 y Tifton-85. In the growing period were from March to November 2010 in both studies. To determine the yield and plant height (trial 1), this study was conducted eight standing crop cut as in every 21d using splot pot under a randon completely blocks design. To evaluate the growthing rate and morphological components (trial 2), take effect three periods of growing (spring, summer and fall), was random blocks design, with a factorial design (3 X 6). Take place three cut weekly during a six week per period. El Tifton-85 was highest ($P<0.05$) yield with 30,546 kg DM ha⁻¹ following Tifton-68 with 25,169 kg DM ha⁻¹ and the lowest ($P<0.05$) production was Giant with 20,096 kg DM ha⁻¹. The highest ($P<0.05$) height mean of the plant was to the fifton-68 with 21.18 cm and the lowest ($P<0.05$) to the Giant with 13.68 cm. In spring the varieties with highest ($P<0.05$) CGR was with Tifton-68 and Tifton-85 with 213.2 and 210.7 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ and the lowest ($P<0.05$) was Giant with 30.2 kg DM ha⁻¹ d⁻¹. The Tifton-85 shows highest ($P<0.05$) leaves percentage and relationship L:S with 76.8% and 5.8%, respectively. The Giant present highest ($P<0.05$) percentage of MM and stem. In summer the highest ($P<0.05$) CGR was to Tifton-68 with 426.3 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ following by a Tifton-85 with 276.1 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ and the lower ($P<0.05$) CGR was Giant with 11.5 kg DM ha⁻¹ d⁻¹. The Variety Giant shows highest ($P<0.05$) percentage of leaves with 73.9 % and less ($P<0.05$) of stem, the reationship with L:S was highest ($p<0.05$) with 8.3 and the lowest ($P<0.05$) was

Tifton-68 with 1.8, for the stem was highest ($P<0.05$) percentage was to tfton-68 with 26.9%. In Fall, the variety with highest ($P<0.05$) CGR was Giant with 291.3 kg DM ha⁻¹ d⁻¹, following a 289.7 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ and the lowest ($P<0.05$) CGR was to Giant with 66 kg DM ha⁻¹ d⁻¹. The Tifton-68 shows highest ($P<0.05$) production of MM (53.8%), leaves (58.7%) and L:S ratio with 6.9. The Tifton-85 shows highest ($P<0.05$) production of stem with 27.7%. It is concluded that hybrid have highest yield and growing than Bermudagrass and Giant for each season.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
SUMMARY	vii
CONTENIDO.....	ix
LISTAS DE CUADROS	xi
LISTAS DE FIGURAS.....	xii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Origen, distribución y adaptación del pasto Bermuda [<i>Cynodon dactylon</i> (L.) <i>Pers.</i>]	3
Origen.....	3
Distribución.....	3
Adaptación.....	4
Características botánicas.....	5
Características de las especies evaluadas	5
Bermuda Gigante	5
Bermuda Tifton-68.....	6
Bermuda Tifton-85.....	7
Factores que afectan la producción de forraje en las gramíneas	8
Temperatura	8
Fotoperiodo.	9
Humedad.....	11
Fertilización	11
Tasa de crecimiento.....	12
Factores que afectan el crecimiento del forraje	14
Temperatura	14
Fotoperiodo	15
Humedad del suelo.....	17

Fertilización	18
Frecuencia de corte o pastoreo	20
Intensidad de corte o pastoreo.	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
CONCLUSIONES	69
LITERATURA CITADA.....	70

LISTAS DE CUADROS

No.		Pag.
Cuadro 1.	PRODUCCION FORRAJERA TOTAL Y ALTURA DE PLANTA PROMEDIO (8 CORTES) DE TRES VARIEDADES DEL ZACATE BERMUDA [<i>Cynodon dactylon (L.) Pers</i>] EN EL VALLE DE MEXICALI.....	29
Cuadro 2.	PRODUCCION FORRAJERA Y ALTURA DE PLANTA DE TRES VARIEDADES DEL ZACATE BERMUDA [<i>Cynodon dactylon (L.) Pers</i>] EN EL VALLE DE MEXICALI.....	33
Cuadro 3.	PRODUCCION FORRAJERA, TASA DE CRECIMIENTO Y COMPONENTES MORFOLOGICOS DEL ZACATE BERMUDA [<i>Cynodon dactylon (L.) Pers</i>] DURANTE LA PRIMAVERA EN EL VALLE DE MEXICALI.....	44
Cuadro 4.	PRODUCCION FORRAJERA, TASA DE CRECIMIENTO Y COMPONENTES MORFOLOGICOS DEL ZACATE BERMUDA [<i>Cynodon dactylon (L.) Pers</i>] DURANTE EL VERANO EN EL VALLE DE MEXICALI.....	52
Cuadro 5.	PRODUCCION FORRAJERA, TASA DE CRECIMIENTO Y COMPONENTES MORFOLOGICOS DEL ZACATE BERMUDA [<i>Cynodon dactylon (L.) Pers</i>] DURANTE EL OTOÑO EN EL VALLE DE MEXICALI.....	62

LISTAS DE FIGURAS

No.		Pag.
Figura 1.	Promedios de temperatura mensual durante el periodo de estudio (Marzo 2010 a Noviembre 2010).....	27
Figura 2.	Producción de forraje seco entre cortes de tres variedades de zacate Bermuda [<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers] en el Valle de Mexicali.....	38
Figura 3.	Altura de la planta de tres variedades de zacate Bermuda (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers en el Valle de Mexicali.....	40

INTRODUCCION

En el Noroeste de México cuando se utilizan pastos estacionales, de invierno-primavera, existe el problema de una reducida disponibilidad una vez concluido el ciclo de pastoreo, de ahí que la escases de forrajes en cada cambio de estación sea una preocupación del productor (Vargas et al., 2002). En esta región los sistemas basados en el pastoreo directo como son la pre-engorda de novillos en praderas de invierno y finalización en corral han optado por utilizar el pastoreo en praderas establecidas con diferentes variedades de zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*), como continuación del pastoreo de invierno. La adaptabilidad de distintas variedades del género *Cynodon* a zonas áridas y semiáridas bajo condiciones de riego y con altas temperaturas ha sido ampliamente documentada (Burton et al., 1988; Burton, 2001). Sin embargo, al ser diferentes las condiciones climáticas en las distintas regiones en que se cultiva y utiliza el género *Cynodon*, se modifica su dinámica de crecimiento y producción (Telford et al., 1975), lo que significa adecuar localmente su manejo durante los cortes o el pastoreo. En el Valle de Mexicali se han establecido variedades de Bermuda, como Gigante, Tifton-68, y Tifton-85, pero no se han caracterizado a lo largo de su ciclo de pastoreo su producción forrajera su dinámica de crecimiento y cambios en sus componentes morfológicos (Álvarez et al., 2008). El objetivo del presente estudio es evaluar el Rendimiento total, dinámica de crecimiento y cambios en componentes morfológicos de tres variedades del zacate Bermuda [*Cynodon Dactylon* (L.) Pers], Bermuda Gigante (*Cynodon dactylon* var.), Tifton-68,

(*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) y Tifton-85 (*Cynodon* spp.) en praderas irrigadas en el Valle de Mexicali, B.C.

REVISION DE LITERATURA

Origen, distribución y adaptación del pasto Bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers].

Origen

El pasto Bermuda es un nombre asignado a un número de especies del género *Cynodon*, que es probablemente originario del Sureste de África. Las ocho especies que lo conforman son *Cynodon arcuatus*, *C. barberi*, *C. plectostachyus*, *C. aethiopicus*, *C. nlemfuensis*, *C. transvalensis*, *C. incompletus*, y *C. dactylon* (Harlan et al., 1969). Burton, (1976) menciona que probablemente es originario de la India, basado en que este género crece en todas las regiones de ese País y a que se ha usado allí desde tiempos remotos en el pastoreo del ganado. Este zacate fue introducido a Estados Unidos en 1751 por el gobernador Henry Ellis donde se constituyó en uno de los forrajes más importantes y comunes para praderas, ya sea para corte o pastoreo (Hill et al., 2001; Mislevy y Martin, 2006). El Bermuda se cree que se introdujo en el Norte de México vía Tamaulipas por el Dr Jorge de Alba en la década de los setentas (Terrazas y Báez, 2004).

Distribución.

El género *Cynodon* como maleza ocupa el segundo lugar por su distribución en el mundo (Holm et al., 1977), se le puede encontrar en el Sur y Sureste de Asia, Oceanía, África Tropical y Subtropical, América del Norte, Islas de Caribe y algunos Países de América del Sur (Burton 1951; Lara et al., 1999). En los Estados Unidos se han desarrollado nuevas variedades mejoradas puras e híbridas como; Gigante, Coastal, Midland, Tifton-44, Tifton-68, Tifton-78, Tifton-85 y Coastcross-1, en donde se cultivan aproximadamente 15 millones de ha (Burton

y Hanna, 1995; Clavijo, 2009) principalmente en el Sureste y Suroeste de este País, tan solo en Florida se localiza en 50,000 ha (Sollenberger, 2008), mientras que en el Noreste de México se reportan cerca de 5,000 ha en utilización y algunas en establecimiento (Saldivar, 1992). En los últimos años el zacate Bermuda bajo riego ha sido ampliamente usado en zonas áridas y semiáridas de México como Nuevo León, Coahuila, Tamaulipas, Chihuahua, Sonora y en menor proporción en el Valle de Mexicali (Zarate et al., 1995; Terrazas y Báez, 2004; Álvarez et al., 2008). El zacate Bermuda es un cultivo con gran potencial forrajero con producciones de 20 a 25 ton/ha de MS en un ciclo de pastoreo (Burton y Hanna, 1995).

Adaptación

El Bermuda es una gramínea de clima subtropical y tropical, y se extiende hasta las zonas templadas a lo largo de las costas, crece en zonas desde el nivel del mar hasta los 2100 msnm con precipitación anual que oscila de 600 a 800 mm. Las temperaturas medias óptimas de crecimiento se ubica por arriba de los 24°C, siendo la temperatura óptima de crecimiento de 35°C, y se reduce su crecimiento a los 6 a 9°C, temperaturas de -2 a -3°C ya son letales usualmente los tallos y hojas mueren (Hussey y Pinkerton, 1990; Heike, 2009). Crece en un amplio rango de suelos, ha mostrado buen crecimiento tanto en suelos ácidos como alcalinos; arenosos hasta los arcillosos, pero se desarrolla mejor en suelos húmedos bien drenados, que vayan de medios a pesados (Burton y Hanna, 1985).

Características botánicas

El zacate Bermuda es una gramínea perenne que pertenece a la Familia: (Poaceae) Subfamilia: (Chloridoideae), Tribu: (Cynodonteae), Género (Cynodon) Especie:(*C. dactylon*); se reproduce por semillas, y vegetativamente por estolones y rizomas, tiene un sistema radicular fibroso profundo, las raíces puede crecer a mas de 2 m de profundidad, los estolones y los rizomas enraízan rápidamente en los nudos para formar una capa densa de zacate; presenta tallos erectos o decumbentes que miden de 10 a 45 cm, son delgados, y lisos. (Rzedowski y Rzedowski, 2001; Olivera et al., 2010). Las hojas son lisas lanceoladas de color verde intenso de 3 a 10 cm, vainas de 1.5 a 7 cm de largo, generalmente más cortas que los entrenudos, pubescente en el ápice, lígulas membranosas de 0.2 a 0.5 mm de longitud presencia de pelos en la unión de vaina y lámina. La Inflorescencia está formada por 2-7 espigas en forma de umbrela o radiada, de ahí el nombre de pata de gallo, de 1.5 a 6 cm de largo, distribuidas en un verticilo (Heike, 2009).

Características de las especies evaluadas

Bermuda Gigante

El zacate Bermuda Gigante (*Cynodon dactylon var*), proviene de una selección de propagación de semillas de Bermuda común desarrollado por la compañía Northrup, King and Co. que se comercializa desde hace 30 años, fue encontrado en un islote del Río Colorado en Arizona (Smith, 1960; Ball, 2002). Es un pasto que se caracteriza por tener un crecimiento vertical, hojas largas finas y tallos finos (Marsalis, 2004). Produce forraje de aceptable calidad y gustocidad

para el ganado (Duthil, 1980). Es un pasto perenne estolonífero y rizomatozo que crece con rapidez y alcanza una altura de 50 a 70 cm, junto con una alta proporción hoja: tallo. Produce semilla viable y también se propaga por estolones y por rizomas (Smith, 1960; Vargas y Yañes, 1996). Cuando su tasa de crecimiento es alta, es más susceptible a plagas de insectos chupadores y trazadores. Su rango óptimo de crecimiento se alcanza a una temperatura superior a 24°C y puede tener un escaso crecimiento a 5°C (Hughes et al., 1984), por lo que crece favorablemente en trópico y subtropico, inclusive en regiones de clima frío donde el verano no es muy riguroso. Prospera bien en altitudes de 0 a 1,600 msnm, desarrollándose en regiones serranas de hasta 2,200 msnm. Es un pasto de altos requerimientos de humedad y se establece mejor en suelos con pH neutro, de aluvión, franco-arenosos y sin problemas de inundaciones. Además, presenta cierta tolerancia a suelos de marisma o salino-sódicos. (Hughes et al., 1984). El Gigante aun si está bien establecido no resiste a las bajas temperaturas por lo tanto la producción de forraje es limitada (Evers et al., 1994; Corriher y Redmon, 2009). En un estudio Evers et al., (2001), reportó un mínimo de rendimiento de 4,640 Kg/MS/año⁻¹/ha⁻¹. En Coahuila Hernández y Cuéllar, (2007) al evaluar la producción de forraje reportaron rendimientos máximos de 10.6 ton/ha⁻¹ bajo condiciones de riego. Vargas et al., (2000), en el Valle de Mexicali reportaron una producción promedio de 4003 Kg/ha⁻¹ por corte.

Bermuda Tifton-68

El Bermuda Tifton-68, (*Cynodon nlemfuensis* Vandyerst.). Es un híbrido F1, es producto de la cruce entre el pasto Bermuda PI255450 y el PI293606,

considerados como los de mayor digestibilidad de una colección de 500 genotipos introducidos de diferentes partes del mundo; desarrollado por el servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en cooperación con la Estación Experimental de la Universidad de Georgia, Tifton G.A. y liberado en Junio de 1984. Es una planta robusta con tallos y estolones grandes, no cuenta con rizomas, tiene hojas anchas, y a menudo es de color verde pálido de crecimiento rápido, produce semilla estéril se propaga por medio de material vegetativo o guías y usualmente es más productivo que cualquiera en evaluaciones de un año, particularmente por su rápida propagación y establecimiento (Monson y Burton, 1982; Burton y Monson, 1984). Este produce más forraje que el Cruza I y tiene gran aceptación por el ganado que consume el follaje y los tallos, pues estos a pesar del grosor no se endurecen; puede confundirse con algún zacate Estrella, (Burton y Monson, 1984). Este híbrido no tiene rizomas, presenta una mayor producción y digestibilidad que el Bermuda de la costa (Undersander y Pinkerton, 1988). En un estudio Vargas et al., (2000), para el pasto Bermuda Tifton-68 en el Valle de Mexicali, reportaron una producción promedio 4019 Kg/MS por corte.

Bermuda Tifton-85

El zacate Bermuda Tifton-85 (*Cynodon* spp) fue seleccionado como uno de los más alto en rendimiento y valor nutritivo. Es un híbrido F1 ($2n=50$) es el resultado de una cruce entre el Tifton-68, y una adhesión del Bermuda PI 290884 que es resistente a una plaga de un gusano del Sur de África (Burton, 2001). Las características de este híbrido son: tallos altos y gruesos, tiene un hábito de

crecimiento erecto, hojas anchas y de un color verde más oscuro que otros híbridos de Bermuda. Tiene rizomas más largos, pero menos que el de la Costa (Burton et al., 1993). Se propaga a través de material vegetativo (Hill et al., 2001). Una característica benéfica del Tifton-85 es su buena tolerancia a la sequía, pero no crece bien bajo condiciones de frío, su producción oscila entre 16 a 26 t MS ha⁻¹ (Marsalis et al., 2007; Woodard et al., 2007). Hill et al., (1993), al estudiar el rendimiento del ganado en praderas de Tifton-85 encontró ganancias diarias de 670 g/día y una ganancia por ha de 1156 kg con una oferta de forraje de 2750 kg/MS/ha.

Factores que afectan la producción de forraje en las gramíneas

El objetivo del manejo de praderas, es mantener una alta y sostenida producción de forraje de buena calidad durante todo el ciclo, la cual se puede lograr conociendo el potencial de rebrote de la especie presente en la pradera y su adaptación a las condiciones ambientales (Cruz et al., 2011). El rendimiento del Bermuda depende de estos factores tales como temperatura, luz, suministro de agua, condiciones del suelo y la disponibilidad de nitrógeno (Lemaire, 2001; Matthew et al., 2001). Ante esta situación, la estacionalidad es importante en la producción de forraje, debido principalmente a las variaciones en el rendimiento de las plantas forrajeras y en los diferentes estados de desarrollo de las plantas (Hernández et al., 2002).

Temperatura

La producción de forraje en el zacate Bermuda varía, por lo que su rendimiento depende de las temperaturas (Monson y Burton, 1982). Diversos

autores indican que no todas las especies de pastos tienen el mismo valor óptimo de temperatura para el cumplimiento de estas funciones, Baruch y Fisher, (1991) reportan que en gramíneas tropicales, el óptimo fotosintético se encuentra entre los 35 y 39°C, siempre que los factores restantes (humedad, fertilizante, etc.), no actúen como limitantes. Para Sage y Kbein, (2007) indican que si la temperatura es mayor a 45°C, resulta ya letal, debido a una disminución en la actividad fotosintética, ya que está bien establecido que este factor ambiental contribuye con 90% del total de MS de la planta. Si la temperatura se haya entre 14 y 18 °C el crecimiento genera un aumento en la producción de MS de 13 kg ha⁻¹ por cada centígrado y 21 kg ha⁻¹ cuando oscila entre 15 y 20°C. En general, cada especie posee sus temperaturas óptimas bien definidos. Para muchas variedades de gramíneas tropicales el óptimo ocurre a los 35°C (Salisbury y Ross, 1992b; Newman et al., 2001). Las temperaturas bajas, aun en periodos cortos, disminuyen considerablemente el crecimiento de los pastos, por lo que pueden presentarse tasas de acumulación de forraje cercas a cero (Duthil, 1980). El Bermuda comienza a disminuir su crecimiento cuando la temperatura es menor a 15°C. Con temperaturas medias anuales de alrededor de 24°C, la producción de forraje es ya importante. Estimando sus temperaturas cardinales de 10 y 35°C (Burton y Hanna, 1995).

Fotoperiodo.

Regularmente el crecimiento de los zacates C₄ se inicia en la primavera, con el gradual aumento tanto en la temperatura como en el fotoperiodo, cuando ambos llegan a su máximo en el verano el crecimiento puede llegar a su máximo y

después disminuir cuando estos inician una paulatina reducción al acercarse el otoño (Salisbury y Ross, 1992a). El fotoperiodo es de gran importancia en el desarrollo de las plantas, ya que determina la tasa de producción y elongación de hojas, mediante las cuales, los cultivos interceptan la radiación solar y generan biomasa (Duru y Ducroq, 2002). La capacidad que posee un pradera para producir Materia seca, depende del grado de interceptación de la radiación solar por la lámina foliar, con el aumento de la cantidad de hojas, se tiene una mayor interceptación de luz, pero las hojas en los estratos inferiores reciben menor intensidad y calidad de luz (efecto pantalla), por lo que provoca la reducción del crecimiento o de la tasa de asimilación neta; por ello, el mayor rendimiento de los forrajes, coincide con el mayor índice de área foliar y la mayor masa foliar (Sinclair et al., 2003; Wang et al., 2004; Wu et al., 2004). Al estudiar el efecto del fotoperiodo en el pasto Colorado (*Echinochloa cruz-galli*), Swanton et al., (2000), encontraron que la tasas de rebrote y el peso seco de forraje, se incremento al aumentar el fotoperiodo de 8 a 16 h luz por día, así mismo. La mayor tasa de aparición de hojas, se presento cuando el fotoperiodo fue de 16 h. Sinclair et al., (2003), en el Bermuda Tifton-85 encontraron que la producción de forraje disminuyo con el fotoperiodo corto, al aumentar este se incremento el rendimiento del forraje. El conocimiento de cómo el fotoperiodo afecta la floración y el crecimiento vegetativo de los forrajes, facilitan el diseño correcto del manejo de los cultivos forrajeros, que mejor se adapten a las diferentes regiones climáticas (Nelson y Volenec, 1995).

Humedad

La disponibilidad de agua en el suelo es una limitante en la producción de forraje, cuando esta se reduce significativamente ocasiona un aumento en el espesor de la pared celular y en la cantidad de lignificación que trae como consecuencia un aumento en el espesor de la hoja y una reducción de su tamaño y por ende una menor producción, (Jensen et al., 2003). El crecimiento de la hoja es altamente sensible al déficit de agua, además el área foliar se reduce al acelerarse la senescencia de otras hojas y como consecuencia la pérdida de hojas activas. El pasto Bermuda Tifton-68 en suelos húmedos tuvo una producción de 5.57 t/MS/ha (Girón et al., 2003), sin embargo bajo condiciones de riego se obtuvo una producción de 4.2 t/MS/ha (Terrazas y Báes, 2004). Marsalis et al., (2007), reportaron que en praderas de Bermuda Tifton-85 y Gigante con un suministro de 312 mm de agua al año la producción fue (20.4 vs 17.9 ton/año respectivamente) en tanto Cameron et al., (1990), reportaron para praderas de *Panicum maximum* y *Cenchrus ciliaris*, a las cuales se le suministro 40 mm de agua adicional, una producción 49% mayor que praderas no irrigadas (4400 vs 2950 kg MS/ha. En esa medida, el objetivo principal del riego es reponer el agua perdida y suministrar la humedad necesaria para favorecer el crecimiento y desarrollo de las plantas (Misra y Tyler, 2000)

Fertilización

Los mayores nutrimentos que afectan la producción de forraje son el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el potasio (K), aunque algunos suelos pueden ser deficitarios en otros elementos como el magnesio y el cobre que pueden afectar

más al rendimiento animal que el de la planta, el azufre en cantidades menores al necesario afecta de igual manera al sistema de producción (Hopkins, 2000). El N es uno de los nutrimentos más eficientes de los suelos ácidos y de baja fertilidad. Generalmente los fertilizante nitrogenados tienen la mayor influencia en la producción de biomasa e influye en la cantidad de otros nutrimentos necesarios para mantener la producción (Kiniry et al., 2007). Desde el punto de vista práctico, la importancia del conocimiento del rendimiento del N en el forraje es valorada debido a la eficiencia con la que la planta está absorbiendo, transportando y asimilando el N necesario para su crecimiento (Monson y Burton, 1982). El Bermuda tiene el potencial para producir un alto rendimiento de forraje en respuesta a la fertilización con N (Hill et al., 2001). En el pasto Bermuda se ha observado un incremento lineal sobre el crecimiento del forraje y la acumulación de MS al incrementar las dosis de nitrógeno por Hectárea (Premazzi et al., 2003). Vendramini et al., (2008), al estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada en el pasto Tifton-85 en Florida, EE.UU. encontraron que la producción se incrementa aumentando la dosis de nitrógeno hasta 1.6 a 2.6 ton/ha aplicando de 0 a 80 kg de N ha⁻¹. La fertilización nitrogenada en las gramíneas tiene una influencia positiva en el rendimiento de MS, altura y relación hoja/tallo y en el valor nutritivo principalmente PC (Urbano, 1997; Escalante, 2007).

Tasa de crecimiento

El crecimiento del forraje puede ser definido como la dinámica de generación y expansión de órganos de la planta, el incremento de forraje en peso seco por unidad de superficie por tiempo se conoce como tasa de crecimiento del

forraje la cual se expresa en Kg de MS ha⁻¹ día⁻¹ (Scarnecchia y Kothmann, 1986; Briske, 1991). Las praderas crecen a diferentes tasas de crecimiento, dependiendo de las condiciones climáticas, estructura del tejido foliar (hojas, tallos y tejido senescente), disponibilidad de nutrientes, altura residual después del corte o pastoreo, etapa fenológica y otros factores de manejo (Belesky y Fedders, 1994). Brown, (1984) señala que la tasa de crecimiento de los cultivos puede ser afectada por diversos factores durante la temporada de crecimiento, y por eso las mediciones a lo largo del ciclo de crecimiento del cultivo y sus variaciones pueden ser útiles para explicar las diferencias en rendimiento. El crecimiento del forraje se divide en tres fases, en la primera las plantas tienen pocas hojas y realizan menos fotosíntesis, su desarrollo es lento y tienen que utilizar parte de los carbohidratos almacenados, en la segunda fase las plantas tienen más hojas, su crecimiento es rápido, la fotosíntesis es mayor, lo cual les permite almacenar carbohidratos y en la tercera fase, la fotosíntesis disminuye debido al efecto pantalla de las hojas superiores; aunado a que la energía capturada se utiliza para la floración y formación de semillas (Rayburn, 1993; Aguirre et al., 1991). El análisis de crecimiento como una herramienta permite comparar las diferencias entre las prácticas de manejo e identificar la más adecuada para conseguir la meta final en la planta que es la mayor cantidad y calidad del forraje. De ahí que estas evaluaciones nos indican que los análisis de crecimiento son capaces de explicar el comportamiento de algunas variables relacionadas con el rendimiento. No obstante lo anterior, la cantidad de investigaciones realizadas en Estados Unidos sobre análisis de crecimiento en praderas sujetas a defoliación es muy escaso (Belesky y Fedders, 1995), ya que al final al productor en este País le interesa solo

el monto de forraje y su calidad más que la forma de cómo se realiza el crecimiento de la planta.

Factores que afectan el crecimiento del forraje

Entre los factores que determinan la velocidad de crecimiento de una especie forrajera están: la temperatura, luz, condiciones del suelo (humedad y pH), y la disponibilidad de nitrógeno (Perreta et al., 1997; Moliterno, 2002). Entre los factores más importantes en este rubro son en primer lugar el suministro de agua, condiciones climáticas, la luz y la temperatura situación de más influencia bajo condiciones clima templado y en zonas áridas y semiáridas bajo riego (Salisbury y Ross, 1992a).

Temperatura

El desarrollo fenológico de los vegetales depende estrechamente de la temperatura. Es el factor principal que afecta la adaptación de las plantas forrajeras en una localidad dada, en tanto que el estado del tiempo influencia la variación de año-a-año en su crecimiento y desarrollo (Hopkins, 2000; Wise et al., 2004). A mayor temperatura corresponde una mayor velocidad de las reacciones bioquímicas del organismo. Lefsrud et al., (2005), mencionan que los cambios de temperatura afecta notablemente los procesos vitales de la planta como reducción en la fotosíntesis, respiración, absorción de agua, daños en la división y expansión celulares, entre otros siendo mayores a medida que sube la temperatura. Cuando la temperatura excede los 35°C y existe deficiencias de agua se presenta daños en la membrana celular, originando una reducción en el crecimiento de la planta al desacoplarse el sistema enzimáticos para la captación de CO₂ durante la

fotosíntesis (Jiang y Huang, 2001). Por otra parte Salisbury y Ross, (1992a) indica que las bajas temperaturas dañan el aparato fotosintético, fallas en la germinación y la reproducción, muerte del tejido, inhibe la síntesis o degradación de las proteínas, daños en la membrana celular lo que causa retardo en el crecimiento. La respuesta de las plantas a la temperatura depende de su estado desarrollo y del ambiente. Cada especie posee sus temperaturas cardinales (mínima, óptimo, máximo) bien definidas (Sierra, 2005). Así mismo Duran et al., (2011). Describe que debajo de una temperatura umbral mínima (T_b), determina genéticamente para cada organismo, el crecimiento teóricamente es cero; al incrementarse la temperatura el desarrollo se incrementa hasta llegar a un pico o intervalo, llamado temperatura óptima (T_o). A partir de ahí, el desarrollo decrece hasta llegar a ser nulo de una temperatura umbral máxima (T_u). Burton y Hanna, (1995) mencionan, que la tasa de crecimiento del pasto Bermuda logra su mayor desarrollo cuando la temperatura medias diarias están por encima de los 24°C . Los mismos autores encontraron que empieza a decrecer cuando la temperatura está entre los 15 a 18°C ; estimando sus umbrales mínimo y máximos de crecimiento en 10 y 35°C . Las temperaturas de 3 a 4°C bajo cero, destruyen los tallos y las hojas, hasta la superficie del suelo Burton, (1976).

Fotoperiodo

La calidad y periodicidad de la luz influyen en el desarrollo de las plantas, porque estimulan o reprimen la germinación, el crecimiento y la madurez de la planta (Lemaire et al., 2000). En este sentido las principales respuestas de las plantas a una baja cantidad de luz y una baja relación de luz roja lejano, provocan

un aumento en la asignación de recursos en la parte del tallo, raíz, alargamiento de los órganos ya existentes, reducción del macollo, y eventualmente, una reducción en la aparición de hojas, (Gautier et al., 1999; Días y De Carvalho, 2000). De esta manera la duración de la luz del día o fotoperiodo tiene influencia en el crecimiento y el desarrollo de las plantas ya que este es abastecido de energía en forma de azúcares, que se produce por la actividad fotosintética cuando la clorofila de la hoja es expuesta a la luz solar, sobre todo después de una defoliación o corte de ahí la importancia del remanente después del corte o pastoreo. La variación en el fotoperiodo también influye en los cambios en el desarrollo de la fase vegetativa a la reproductiva; influye al inducir la floración, elongación de tallo y estolones durante los días cortos, (Nelson y Volenec, 1995; Ueno et al., 2005). Por lo que muchas especies forrajeras son sensibles al fotoperiodo, aunque las respuestas pueden ser modificadas por otros factores climáticos, como temperatura y estrés hídrico (Wang et al., 2004). La cantidad de luz que recibe la planta en días cortos, generan un menor espesor en su hojas, lo que refleja en una menor cantidad de estomas y de células mesófitas, por unidad de área foliar (Wu et al., 2004). El género *Cynodon* necesita luz solar directa primeramente para crecer y deja de crecer en condiciones de poca luz (sombra). La duración del período de luz (longitud del día) también influye en el crecimiento y el desarrollo de la Bermuda con alta intensidad y duración de la luz del día en el Bermuda hay aumento de rizomas, estolones y crecimiento de las hojas. En tanto a bajas intensidades de luz (menos del 60%) el Bermuda tiende desarrollar hojas estrechas, alargadas, tallos delgados y erectos, rizomas e entrenudos alargados teniendo ser débil. Doble citado por Crews, (2005). Burton, (1959) señala que el

pasto Bermuda es sensible a la intensidad de luz, pues encontró que el sombreado redujo el crecimiento y por consiguiente la producción, y en particular una estrecha relación con la fertilización nitrogenada pues este se redujo cuando se aplicó una fertilización con 1800 kg de N/ha/año en comparación con 224 kg/de N. el mismo autor en la misma prueba realizada, en los lotes donde se aplicó una mayor cantidad de nitrógeno (N) los resultados indicaron una producción significativamente mayor que en los lotes donde se aplicó una cantidad menor y que estaba expuestos a la luz directa, y fue mucho menos cuando las plantas se cultivaron bajo una luz reducida hasta 71% en particular se notó una marcada reducción en peso en las raíces y rizomas

Humedad del suelo

El nivel de humedad disponible en el suelo, afecta la tasa de crecimiento, y componentes morfológicos de las planta, ya que esta influye en la elongación celular y la tasa de expansión de las células próximas a los meristemos de crecimiento Gómez et al (2007). La estacionalidad en la aparición de tallos se relaciona con la disponibilidad de agua en el suelo, así mismo, el Bermuda es muy sensible a la humedad del suelo, combinando con otros factores como el fotoperiodo y temperatura, que son importantes para la formación de tallos productivos (Korte y Harris, 1987; Stanford et. al., 2005). Para Anónimo, (1996) algunas especies son genéticamente superiores a otras en la capacidad para producir hojas y raíces más grandes, permitiéndoles una mejor utilización de luz y agua para la fotosíntesis y una mayor producción de biomasa y MS, de éstos, el zacate Bermuda necesita 2.5 veces más de agua por kilogramo de MS producida

que otras gramíneas. Ludlow, (1980) señala que la mayor parte de las gramíneas forrajeras tropicales muestran respuestas a la sequia de tipo evasivo y de tolerancia, la primera adaptación incluye cambios morfológicos que incrementan el acceso de la humedad del suelo y minimizan las pérdidas de agua por transpiración, por lo que la eficiencia de uso de agua aumenta. Las otra son las respuestas de tolerancia que permiten el mantenimiento de la turgencia celular, como consecuencia, las plantas se mantienen durante la sequia, con una actividad fotosintética reducida, pero capaz de soportar el crecimiento por un tiempo (Carmona et al., 2003). Cuando se produce un déficit progresivo de la humedad en el suelo ocasiona un estado de marchitez temporal o permanente, se aprecian efectos negativos sobre el proceso fotosintético de las plantas (Bade, 1986; Xu y Zhou, 2004).

Fertilización

La aplicación de nitrógeno propicia un mayor y mas rápido crecimiento de las gramíneas incrementando la producción del forraje (Latinga et al., 1999; Johnson et al., 2001). El nitrógeno influye en el proceso de fotosíntesis, además estimula la producción de rebrotes, incrementa el área foliar, la longitud de los tallos y hojas, así como el número de entrenudos por tallos (Premazzi et al., 2003; Hollingsworth et al., 2005). Romero et al., (1998), en un estudio conducido para comparar diferentes niveles de fertilización nitrogenada (0, 25, y 50 Kg de N/ha), en cuanto a la dinámica de crecimiento, se observo el efecto de nitrógeno sobre los componentes morfológicos del pasto Estrella, obteniéndose la mayor tasa de aparición foliar (1.41 hoja/estolón /día) con la dosis de 50 Kg/ha; mayor tasa de

elongación de tallos y aparición de nuevas yemas o ramificaciones. Los mismos autores observaron incrementos significativos en el número de hojas y estolones más largos, aunque mayores pérdidas de biomasa por el número de hojas senescentes y un aumento en la densidad y peso de los tallos. Thom y Prestidge, (1996) indican que la densidad de los tallos se incremento en un 50% con la aplicación de 200 y 400 Kg de N ha⁻¹ año⁻¹, así mismo, la densidad se incremento a 10.4 tallos/m² por Kg de N ha⁻¹ año⁻¹ comparando dos niveles de fertilización (0 y 200 kg de N ha⁻¹), y 2.4 tallos/m² por Kg de N ha⁻¹ año⁻¹ al comparar 200 y 400 Kg de N ha⁻¹. Este aumento en el número de tallos, a su vez resulta en un incremento en el número y peso seco de las hojas por planta. Al evaluar la aplicación de la fertilización de nitrógeno sobre la proporción de hojas y tallos en tres gramíneas Bermuda, Kikuyo y Ballico perenne Urbano, (1997), reporta que la aplicación de nitrógeno no afecto la relación hoja:tallo en el pasto Ballico, mientras que en Bermuda y Kikuyo la respuesta fue significativa en los niveles de 150 y 300 Kg de N ha⁻¹. Hollingsworth et al., (2005), mencionan que existe una tendencia en la MS de hojas y tallos a aumentar su rendimiento a medida que se aumenta las dosis de fertilización nitrogenada. Lippke et al., (2006), mencionan que los incrementos en la tasa de crecimiento en respuesta a los niveles de fertilización nitrogenada superiores a los 269 kg ha⁻¹ son relativamente pequeños y que los niveles económicamente óptimos para la aplicación de nitrógeno están en el rango de los 250 a los 315 kg ha⁻¹. Cuando las aplicaciones de nitrógeno mayores de 350 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ parecen exceder los requerimientos para el crecimiento de este forraje (Villiers y Ryssen, 2001). En gramíneas tropicales los resultados siguen la misma tendencia, se ha observado un incremento lineal sobre el crecimiento del forraje al

incrementar las dosis de nitrógeno por hectárea en los pastos Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Brachiaria (*Brachiaria Humidicola*), zacate Llanero (*Andropogon gayanus*) y Bermuda (*Cynodon dactylon*) (Castillo et al., 1983; Navarro et al, 1992; Carrillo et al., 2000; Premazzi et al., 2003).

Frecuencia de corte o pastoreo

La edad en que la planta es cosechada determina la distribución de los diferentes componentes morfológicos, ya que al aumentar la edad de la planta aumenta la proporción del tallo, material senescente y muerto, y disminuye la proporción de hoja, la relación hoja/tallo, y hoja: no hoja (Ludlow 1980; Cruz, 2011). Con defoliaciones frecuentes, la pradera no alcanza el máximo índice de área foliar debido a que las plantas están integradas por una alta densidad de tallos pequeños, incapaces de capturar toda la radiación solar incidente. Por el contrario, con intervalos de cosecha más prolongados la competencia por luz entre plantas aumenta continuamente y cada defoliación implica un cambio en la calidad e intensidad de la luz que integra, por lo que las plantas desarrollan tallos mayores con hojas largas y baja densidad de tallos (Lamaire, 2001). Middleton, (1982) y Lascano et al., (1982), señalan que la proporción de hojas en el forraje cosechado disminuye al aumentar la edad del rebrote, lo cual se debe a un mayor crecimiento del tallo, cuando hay condiciones ambientales favorables para el crecimiento de las plantas; es decir que la acumulación de forraje es mayor si el intervalo entre pastoreo se prolonga, pero disminuye la calidad nutritiva del forraje, y ocurre lo contrario cuando el intervalo de cosecha se reduce. Días et al., (2002), en Brasil bajo temporal encontraron que la mayor frecuencia de corte en zacates Bermuda

se lograron cortando cada 42 días aclarando que se obtendría la menor relación hoja/tallo. Para Liu et al., (2011), en EE.UU. bajo precipitación encontró el mayor rendimiento cortando a los 28 días crecimiento.

Intensidad de corte o pastoreo.

El rebrote después de una defoliación es afectado por la intensidad de defoliación, la cual puede reducir el rendimiento posterior de las especies forrajeras, al incidir en el índice de área foliar residual y en la reservas de carbohidratos disponibles en la planta (Hernández et al., 2002). Las respuestas de la plantas están fuertemente influenciadas por la altura y frecuencia de pastoreo, ya que con una defoliación ligera, la pradera presenta mejor respuesta, debido al mayor número de hojas presentes, con una defoliación severa, se aumenta la pérdida de la mayoría del tejido de hojas, y la pérdida de algunos tallos, lo que ocasiona un retraso en el reinicio de crecimiento de la planta (Hodgson, 1990; Lemaire et al., 2000). En general, los resultados indican que conforme la intensidad defoliación es más severa, la producción de tejido disminuye.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El experimento se llevo a cabo durante el ciclo Agrícola Primavera-Otoño 2010, en la Unidad Experimental de Bovinos de Engorda en Pradera y Corral del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, localizada a 12 msnm en las coordenadas geográficas 32°24' de latitud norte y 115°11' y de longitud oeste. El clima se define como BW (h') hs (e') muy seco cálido con humedad variable en todas las estaciones del año (García, 1973). La temperatura media anual es de 22°C con máxima de 48°C en el mes más caluroso y -7°C la mínima en el mes más frio. La precipitación meda anual es de 65 mm (SARH et al., 1984). El suelo se clasifica como salino-sódico, con más de 16% de sodio intercambiable y un pH que oscila de 7.9 a 8.4, es de textura pesada color café oscuro, con un promedio de 79% de arcilla compacta, lo que origina alta capacidad de retención de agua y drenaje deficiente. El manto freático es somero con profundidades que varían de 90 a 215 cm. Por ser el suelo altamente mineralizado se le clasifica como 3^a y de 4^a clase para uso agrícola, presentando por ello problemas de desarrollo y productivo bajo (SARH, 1989).

Metodología

En el presente estudio se utilizaron de zacate Bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers] las variedades Gigante y Tifton-68, establecidas cada una en 1.25 ha cada en Junio de 1994 por semilla o material vegetativo, respectivamente. La variedad Tifton-85 se estableció en Marzo de 2007. El estudio consistió de dos experimentos, el primero tuvo por objetivo estimar la producción forrajera y altura

de planta a lo largo de la estación de crecimiento y en el segundo experimento la tasa de crecimiento y cambios en componentes morfológicos. Al inicio para favorecer el rebrote en la primavera, se quemó el 29 de Enero de 2010 el material vegetativo seco del ciclo anterior. Los muestreos en las áreas experimentales se realizaron de Marzo a Noviembre del 2010. Al inicio del rebrote se fertilizó con la formula 100-70-00 mediante urea (46-00-00) y fosfato mono amónico (11-52-00). Después de cada corte se fertilizo con 60 kg de N ha⁻¹, utilizando urea. Se dio un riego al inicio del rebrote, de ahí se estuvieron suministrando riego de auxilio.

Experimento 1. Producción forrajera y altura de planta a lo largo de la estación de crecimiento

En cada una de las variedades de zacate Bermuda, Gigante, Tifton-68 y Tifton-85 se delimitaron ocho parcelas de 70 m² cada una. En ocho ocasiones cada 21 días tres muestras se tomaron al azar en cada una de las ocho subparcelas, dentro de un área útil de 40 m² (para determinar el área útil de cada subparcela se descontó un metro por lado). Las muestras de forraje se tomaron por corte directo con tijeras en un área de 0.1 m², aproximadamente a 5 cm del suelo. La altura de la planta se midió con flexometro tres veces en cada unas las muestras tomadas, considerándose finalmente solo el promedio. Las muestras fueron colocadas en bolsas de papel identificadas previamente y pesadas inmediatamente en una balanza digital. Posteriormente las muestras fueron secadas a 55°C por 48 h en una estufa de aire forzado. Los datos de peso fresco y seco del forraje cosechado se registraron para determinar la producción de forraje y rendimiento en Kg MS ha⁻¹.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con un arreglo en parcelas divididas. Siendo representado por el modelo descrito a continuación.

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + S_j + E_{ij} + C_k + (VC)_{ik} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta

μ = Media general

V_i = Efecto en la parcela grande (Variedades) $i = 1 \dots 3$

S_j = Efecto de bloques (suelo) $j = 1 \dots 3$

E_{ij} = Error experimental para parcela grande E(a)

C_k = Efecto en la parcela chica (Cortes) $k = 1 \dots 8$

VC_{ik} = Interacción variedad x corte

E_{ijk} = Error experimental para parcela menor

Supuestos: Los errores se $\sim N I (0, \sigma^2)$

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Los datos recabados se analizaron con el paquete SAS (SAS, 2002).

Experimento 2. Tasa de crecimiento del cultivo y componentes morfológicos del forraje

Para evaluar la tasa de crecimiento y los cambios en componentes morfológicos, en cada una de las variedades de zacate Bermuda se evaluaron durante seis semanas tres estaciones de crecimiento (primavera, verano y otoño). Los 560 m² (40X14 m) de cada variedad se dividieron en 24 subparcelas de 23 m², de las cuales se muestrearon cuatro en cada una de las seis semanas por estación de crecimiento. El muestreo semanal consistió en el corte de 0.1 m² a ras

del suelo de cuatro muestras de forraje por variedad en forma aleatoria. Se aplicó un riego de auxilio a las tres semanas de cada periodo de crecimiento. Al inicio de cada estación de crecimiento se realizó un corte de uniformización con máquina (Case Internacional 8840) a 5 cm de altura, e inmediatamente se estimó el forraje residual mediante corte directo con tijera a ras del suelo en un área de 0.1 m².

El forraje cosechado fue identificado, pesado en verde y separado del material muerto. Para la separación hoja-tallo se consideró la muestra total debido a la reducida cantidad de material verde cosechada en cada corte. El material cosechado se secó a 55 °C por 48 h. Finalmente se calculó la cantidad promedio de materia seca parcial de cada componente morfológico (hoja, tallo, la relación hoja: tallo y material muerto).

Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)

Para el cálculo de la tasa de crecimiento del cultivo, se utilizaron los datos de los incrementos de la producción de forraje seco, en las diferentes edades de rebrote en cada uno de las variedades. La TCC en Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ se determinó por la fórmula:

$$TCC = \frac{MSPt_2 - MSPt_1}{T_2 - T_1}$$

Donde:

MSPt₂ = Materia seca presente en el tiempo 2

MSPt₁ = Materia seca presente en el tiempo 1

T₂ - T₁ = número de días transcurridos entre mediciones.

(Velasco et al., 2005)

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño en bloques al azar, con un arreglo factorial (3 X 6).

Siendo representado por el modelo descrito a continuación.

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + C_j + S_k + (VC)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta

μ = Media general

V_i = Efecto de las variedades $i = 1...3$

C_j = Efecto de cortes $j = 1...6$

S_k = Efecto de bloques (suelo) $k = 1...3$

VC_{ij} = Interacción variedad y corte

E_{ijk} = Error experimental

Supuestos: Los errores se $\sim N I (0, \sigma^2)$

Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Los datos recabados se analizaron con el paquete SAS (SAS, 2002)

RESULTADOS Y DISCUSION

Características climáticas durante el periodo experimental

La Figura 1 muestra los datos de temperatura mínima, media y máxima mensuales durante el experimento, la temperatura máxima promedio ocurrió en el mes de Agosto (40.9°C) y la mínima ocurrió en el mes de Noviembre (7.6°C).

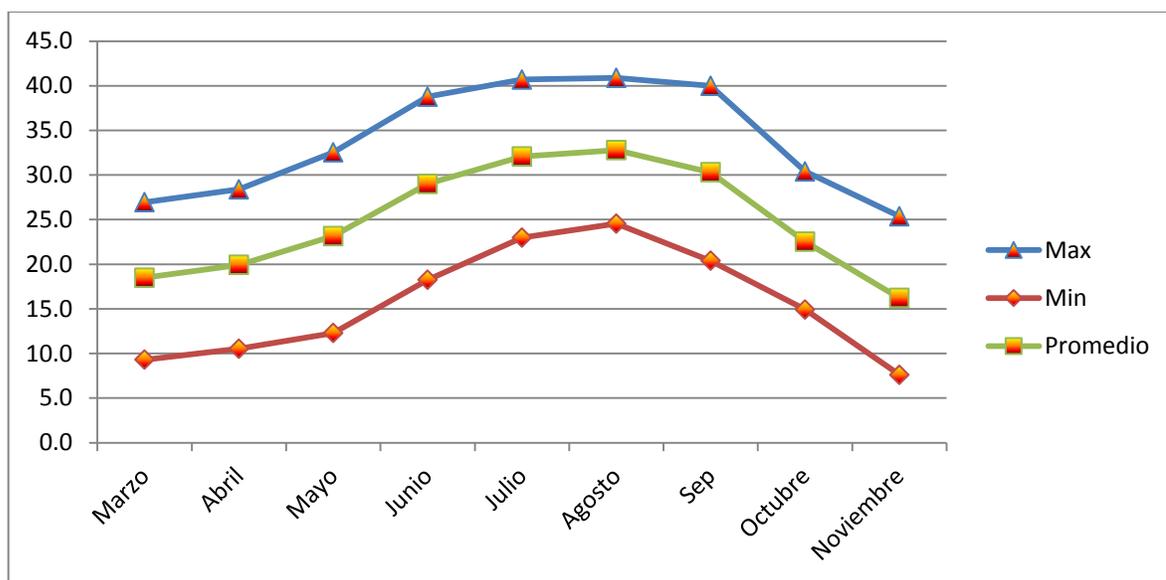


Figura 1. Promedio de temperaturas mensuales durante el periodo de estudio (Marzo 2010 a Noviembre 2010).

Rendimiento total y altura promedio de planta

Los resultados del rendimiento total a través del ciclo de crecimiento y altura promedio de planta se muestran en el Cuadro 1. La variedad Tifton-85 registro la mayor ($P < 0.05$) producción total de materia seca (MS); en contraste, la menor ($P < 0.05$) producción de forraje seco correspondio a la variedad Gigante (30,547 kg ha^{-1} y 20,096 kg ha^{-1} . respectivamente). Este resultado coincide con Evers y Parsons (2001) quienes reportaron que la variedad Tifton-85 mostró mayor

producción total de MS que la variedad Gigante (13,810 kg ha⁻¹ vs 9,062 kg ha⁻¹, respectivamente). Así mismo Mislevy et al., (2006) encontraron algo similar al presente estudio al investigar el comportamiento de tres variedades de pasto Bermuda en la que la variedad Tifton-85 tuvo la mayor producción de forraje seco total de 17,300 kg ha⁻¹ seguida por Bermuda 2000 y Jiggs. Por su parte Terrazas y Báez (2004) reportaron que la variedad Tifton-68 mostró una producción total a través del ciclo con 23,600 kg MS ha⁻¹. En contrastes, en el presente estudio la variedad Tifton-68 presento una producción en todo el ciclo con 25,169 kg MS ha⁻¹. Zárate et al., (1995), al estudiar la producción de forraje de ocho variedades de zacate Bermuda, Tifton-68, Tifton-85, Cruza I, Brazos, Costal y Gigante, reportaron que la variedad Tifton-68 mostró la mayor producción total a través del ciclo con 25,700 kg ha⁻¹ seguida de Tifton-85 y Cruza I, con 22,000 y 18,00 kg ha⁻¹ respectivamente. Sin embargo, en el presente estudio, las variedades que mostraron los valores más bajos fueron Tifton-68 y Gigante respectivamente. Este resultado obtenido en Tifton-68 con 20,096 kg ha⁻¹ es superior a lo reportado por Hernández y Cuéllar, (2007). Marsalis et al., (2007), estudiaron la producción de forraje de doce variedades de zacate Bermuda durante cinco cortes, encontraron que la variedad Tifton-85 presentó la mayor producción total con 20,400 kg MS ha⁻¹ mientras que, las variedades Coastal, Tifton-44 y Gigante presentaron promedios similares con 18,200, 17,600 y 17,900 kg MS ha⁻¹ respectivamente. Para el presente estudio se presento algo similar, la variedad Tifton-85 mostró la mayor producción total, seguida por las variedades Tifton-68 y Gigante.

CUADRO 1. RENDIMIENTO TOTAL Y ALTURA PROMEDIO DE PLANTA (8 CORTES) DE TRES VARIEDADES DE ZACATE BERMUDA EN EL VALLE DE MEXICALI.

Variedades	Forraje seco kg/ha	Altura (cm)
Gigante	20,096 ^a	13.68 ^a
Tifton-68	25,169 ^b	21.18 ^b
Tifton-85	30,541 ^c	20.10 ^c

^{a,b,c} Medias con la misma literal dentro de la columna son estadísticamente iguales ($P < 0.05$)

La variedad que registro la mayor altura promedio por corte fue Tifton-68 con 21.18 cm, y la menor altura fue registrada para la variedad Gigante con 13.68. Es de esperarse un incremento en la altura como una respuesta en el vigor de la planta e índice de crecimiento (Anderson, 1999). De hecho, varios estudios han demostrado que el rendimiento de materia seca se relaciona con la altura en la temporada de corte del forraje (Lucena et al., 2007; Martínez et al., 2008).

Lo anterior es como resultado de que las variedades Tifton-68 y Tifton-85 evidenciaron mayor capacidad de adaptación a las condiciones adversas del medio, reflejándolo en su crecimiento y síntesis de materia seca, ya que según Hunt, (1966) la acumulación de materia seca es una respuesta del vigor productivo de la planta. Los Híbridos Tifton-68 y Tifton-85 son especies genéticamente superiores al Bermuda Gigante en capacidad de producción de sistemas de hoja y raíces más grandes, permitiendo una mejor utilización de luz y agua para la fotosíntesis, logrando mayor producción de forraje seco, la producción superior de

las variedades híbridas sobre el Bermuda Gigante es porque ambas presentan una agresividad y capacidad superior de ajuste fenotípico en sus características morfológicas y fisiológicas como respuesta a los cambios en las condiciones medio ambiente (Morgan y Brown, 1982; Burton et al., 1993; Pedreira et al. 2000). Los forrajes tropicales necesitan un buen manejo del suelo, y una adecuada cantidad de agua temperatura y luminosidad para el adecuado desarrollo Herrera y Hernández, citado por Días, (2002) visto que existe una respuesta directa con las variables ambientales. Esto también se relaciona a lo indicado en el sentido de que el rendimiento de forraje de variedades de pasto Bermuda depende de la cantidad de nitrógeno aplicado (Eichhorn et al., 1989) y su persistencia depende de la cantidad de rizomas (Monson y Burton, 1982), son factores que influyen en la productividad de las gramíneas (Briske, 1991) y la reducción de la productividad de los pastos. Lo anterior nos permite concluir que las variedades híbridas tienen mayor vigor productividad que el Gigante en condiciones de riego y de nitrógeno. Pero si hubo diferencias entre las especies para una misma edad lo cual se pudiera atribuir a características propias de cada especie como un mecanismo de supervivencia por los factores de crecimiento.

Producción de forraje y altura de la planta

La producción forrajera y altura de planta durante el periodo total de crecimiento de los cultivares de zacate Bermuda se presentan en el Cuadro 2.

Corte 1. En el primer corte el mayor ($P>0.05$) valor lo presentó el Bermuda Gigante y fue superior en 14.7% a Tifton-68 y la menor ($P<0.05$) con 1.75% para

Tifton-85. La altura de planta fue mayor ($P>0.05$) en la variedad Tifton-85 seguido por Tifton-68, en tanto para la Gigante mostró la menor ($P<0.05$) altura con 14.62 cm.

Corte 2. En este periodo el Tifton-85 registró el mayor ($P<0.05$) rendimiento de forraje, en tanto las variedades Gigante y Tifton-68 fueron menores ($P>0.05$) en 28 y 37% en relación al Tifton-85 respectivamente. La mayor ($P>0.05$) altura de planta la presentó Tifton-85 seguida por el cultivar Tifton-68 y la menor ($P<0.05$) se presentó con la variedad Gigante la cual fue diferente con 18.6% respecto al mayor valor.

Corte 3. La variedad Tifton-85 fue la de mayor ($P<0.05$) rendimiento mientras que la variedad Gigante y Tifton-68 fueron iguales ($P>0.05$) con diferencia mínima de 0.8%. En este corte la altura de planta presentó efecto ($P<0.05$) de las variedades donde Tifton-68 fue la de mayor valor siendo superior en 8.5% al Tifton-85 y 47% a la variedad Gigante.

Corte 4. Para este corte el rendimiento de forraje, el valor más alto fue para Tifton-85 aunque fue estadísticamente similar ($P>0.05$) a la Tifton-68 fue diferente en 14.9%, seguido por la variedad Gigante que mostró la menor ($P<0.05$) producción y una diferencia de 49.87 % respecto al Tifton-85. En lo que respecta a la altura de planta el cultivar que mostró el mayor ($P<0.05$) valor fue el Tifton-85 seguido por Tifton-68 encontrándose una diferencia de 28.37 % la menor ($P<0.05$) altura fue para Gigante la cual fue diferente en 44.74 % respecto al Tifton-85.

Corte 5. En este corte se observa que la variedad Tifton-68 obtuvo el mayor ($P < 0.05$) rendimiento, mientras que la variedad Gigante fue la menor ($P < 0.05$) con 63.47 % respecto al de mayor producción Tifton-68 y este a la vez fue superior ($P < 0.05$) en 17 % con relación al Tifton-85. La mayor ($P < 0.05$) altura de la planta fue registrada por la variedad Tifton-68 y la menor ($P < 0.05$) fue para Gigante que tuvo una diferencia de 58.36 % respecto al Tifton-68 y un % de 30.32 al Tifton-85.

Corte 6. Para este periodo la variedad que registró mayor ($P < 0.05$) rendimiento de forraje fue Tifton-85. Las variedades Gigante y Tifton-68 fueron similares ($P > 0.05$) con diferencias de 48.9% y 47.60 % respectivamente. El Tifton-85 registró la mayor ($P < 0.05$) altura de planta seguida por Tifton-68 encontrándose una diferencia de 17.06% respecto al Tifton-85 y siendo superior ($P < 0.05$) en 40.85% a la variedad Gigante.

Corte 7. La variedad Tifton-85 presentó el mayor ($P > 0.05$) valor numéricamente y aunque fue similar ($P > 0.05$) a la variedad Gigante y Tifton-68 mostraron diferencias de 15.79% y 17.31%. Por otro lado, la mayor ($P < 0.05$) altura se encontró en la variedad Tifton-68 seguido por Tifton-85, y la menor ($P < 0.05$) altura de planta fue Gigante que tuvo una diferencia de 13.71 % al Tifton-68.

Corte 8. En esta etapa del ciclo de crecimiento, la variedad Tifton-85 tuvo la mayor ($P < 0.05$) producción, en tanto la variedad Gigante fue menor ($P < 0.05$) en 31.0 % respecto al de mayor producción y este a la vez fue superior ($P < 0.05$) en 10 % con relación al Tifton-68. Para la altura en este corte, se observa que la

variedad Tifton-68 tuvo el mayor ($P<0.05$) valor seguido por Tifton-85 con una diferencia en 11.9 %. En tanto la menor ($P<0.05$) altura fue registrada por Gigante mostrando una diferencia de 21.85 % entre Tifton-68

CUADRO 2. PRODUCCION FORRAJERA Y ALTURA DE PLANTA DE TRES VARIEDADES DEL ZACATE BERMUDA [*Cynodon Dactylon* (L.) Pers].

	TRATAMIENTOS			
	Gigante	Tifton-68	Tifton-85	EE
Corte 1				
FS	3439 ^a	2933 ^a	3379 ^a	180.01
Altura	14.62 ^b	17.00 ^a	17.62 ^a	0.69
Corte 2				
FS	2842 ^b	2481 ^b	3983 ^a	180.01
Altura	12.95 ^b	14.79 ^a	15.91 ^a	0.69
Corte 3				
FS	2066 ^b	2047 ^b	2920 ^a	180.01
Altura	14.12 ^c	26.70 ^a	24.41 ^b	0.69
Corte 4				
FS	2139 ^b	3632 ^a	4268 ^a	180.01
Altura	12.66 ^c	16.41 ^b	22.91 ^a	0.69
Corte 5				
FS	2091 ^c	5725 ^a	4729 ^b	180.01
Altura	15.16 ^c	36.41 ^a	25.37 ^b	0.69
Corte 6				
FS	2057 ^b	2112 ^b	4032 ^a	180.01
Altura	12.90 ^c	19.59 ^b	23.62 ^a	0.69
Corte 7				
FS	2631 ^a	2584 ^a	3125 ^a	180.01
Altura	13.97 ^c	21.81 ^a	16.19 ^b	0.69
Corte 8				
FS	2828 ^c	3651 ^b	4101 ^a	180.01
Altura	13.09 ^c	16.75 ^a	14.75 ^b	0.69

FS: Forraje seco (kg/ha)

Altura: cm

^{a,b,c} Medias con la misma literal dentro de la hilera son estadísticamente iguales (Tukey $P > 0.05$)

Corte 8. En esta etapa del ciclo de crecimiento, la variedad Tifton-85 tuvo la mayor ($P<0.05$) producción, en tanto la variedad Gigante fue menor ($P<0.05$) en

31.0 % respecto al de mayor producción y este a la vez fue superior ($P < 0.05$) en 10 % con relación al Tifton-68. Para la altura en este corte, se observa que la variedad Tifton-68 tuvo el mayor ($P < 0.05$) valor seguido por Tifton-85 con una diferencia en 11.9 %. En tanto la menor ($P < 0.05$) altura fue registrada por Gigante mostrando una diferencia de 21.85 % entre Tifton-68.

Al hacer un análisis del comportamiento de la producción de forraje seco, se presentaron diferencia ($P < 0.05$) entre variedades. Al respecto Pearson e Ison, (1987) indican que la producción de forraje en los zacates es una respuesta del vigor productivo, algunas especies son genéticamente superiores a o otros en su capacidad para producir y por lo tanto la producción forrajera varía considerablemente y esta puede variar desde una tonelada por hectárea por año de materia seca cuando no son bien fertilizados, hasta 25 t ha^{-1} bajo condiciones de riego y se les aplica la fertilización nitrogenada adecuada (Cooper, 1970; Bogdan, 1977). Cabe mencionar que la edad de la planta contribuye a explicar los incrementos en la producción y altura de la misma. Debido a lo anterior la planta produce más tallos florales y semilla (Ehlig y Hagemann, 1982). En el presente estudio los más altos rendimientos para Tifton-68 y Tifton-85 fueron en Agosto y en Gigante fue Abril. Marsalis, (2004), en un estudio sobre 12 variedades de Bermuda, en la mayoría de las variedades las mas alta producción se encuentra en Julio – Agosto, lo que indica el efecto del mes o de las condiciones bajo las que se da los cortes. En estudios realizados por Evers et al., (2001), donde evaluaron la producción de forraje en 13 variedades de zacate Bermuda; encontraron que la máxima producción se presento en Junio - Octubre, incluyendo tanto variedades

con semilla, como los híbridos donde se incluye el Tifton-85 y Gigante respectivamente. En contrastes, en el presente estudio la variedad Gigante la mayor producción se presentó en el primer mes de crecimiento correspondiente en Abril. Terrazas y Báez, (2004) en un estudio en condiciones de riego en el zacate Bermuda Tifton-68, encontraron los valores de producción por mes más bajos en Mayo y la mayor en Julio. Resultados similares fueron reportados por Marsalis et al., (2007), encontró en el Tifton-85 y Gigante las menores producciones se presento al inicio del experimento (Mayo), en tanto existió una caída drásticas al final del ciclo de crecimiento. Sin embargo Telford et al., (1975), encontró en zacate Bermuda Mildland la mayor producción se presentó en los primero dos meses de crecimiento, y una caída drástica al final del ciclo de crecimiento debido al estrés de agua y a las bajas temperaturas. En el presente trabajo se observo un comportamiento similar, siendo al inicio del ciclo donde se logro la mayor producción para la variedad Gigante y la menor al final del ciclo para las tres variedades estudiadas. De ahí que exista un efecto marcado de los factores climáticos sobre la variación estacional en la producción forrajera de los pastos Bermudas que se refleja en un mayor rendimiento en los primeros meses y que decae gradualmente conforme avanza la época de pastoreo y que se detiene por efecto de la baja temperatura, disminución en el fotoperiodo. Pero su persistencia depende en gran medida de la cantidad de nitrógeno aplicado (Silveira et al., 2007), de la cantidad de rizomas y el monto de reservas para el próximo rebrote (Monson y Burton, 1982).

Comportamiento de la producción forrajera y altura de planta entre cortes.

Existió efecto de cortes entre variedades ($P < 0.05$) sobre los valores promedios de producción forrajera y altura de planta (Figura 2, 3).

La interacción variedad x corte presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), las tres variedades respondieron de manera diferente para la producción de forraje seco durante todo el ciclo de pastoreo (Figura 2). Se puede apreciar que al inicio de rebrote (Abril) la variedad Gigante presentó el valor más alto siendo superior con 14.72 % respecto al Tifton-68 que presentó el menor valor. Por el contrario, las menores producciones después del rebrote se observaron en el tercer corte (Junio). La máxima producción de forraje seco las variedades híbridas presentaron la máxima producción en el quinto corte (Tifton-68 con $5725.83 \text{ Kg ha}^{-1}$, Tifotn-85 con $4729.70 \text{ Kg ha}^{-1}$ en tanto el Bermuda Gigante tuvo una baja producción de forraje durante todo el verano repuntando hacia el cierre del ciclo de crecimiento donde presento su mayor producción ($2631.66 \text{ Kg ha}^{-1}$ y $2828.33 \text{ Kg ha}^{-1}$ en el séptimo y octavo corte respectivamente). Al respecto Baker, (2002) menciona que existe un efecto marcado de la estación en la que crece el pasto y sitio de muestreo en que es cosechado. Lang et al., (2002), al estudiar la producción forrajera sobre 10 variedades de zacate Bermuda; observo que la producción de forraje varia en los meses del año. Los mismos autores encontraron los valores de producción más altos se presentaron en Agosto con 1700 kg ha^{-1} y 1857 Kg ha^{-1} en Septiembre incluyendo al Gigante y Tifton-85 respectivamente. En este sentido Terrazas y Báez, (2004) en Chihuahua en praderas de pasto Bermuda bajo condiciones de riego, al estudiar la producción de forraje en el híbrido Tifton-68

durante dos años, en el primer año (Mayo-Junio) presentó la mínima y máxima producción fue de 2.7 y 5.8 t ha⁻¹ respectivamente, durante el segundo año se encontró la menor producción con 3.5 t ha⁻¹ en el mes de Julio y 6.0 t ha⁻¹ en el mes de Junio. Los mismo autores indican que los pastos empezaron a brotar inmediatamente después de ser quemados finales de febrero, en marzo el crecimiento fue un poco más rápido y las parcelas se volvieron a cubrir gradualmente de estolones para presentar el máximo desarrollo de mayo a julio, para disminuir de Agosto a Octubre por efecto de la reducción de la temperatura y la horas luz. En el presente estudio para la variedad Gigante fue menor a lo que produjo Evers et al., (2004), con 3070 Kg ha⁻¹ mensualmente, este mismo autor reporta un rendimiento para el Tifton-85 con 8000 Kg ha⁻¹ por mes siendo mayor al obtenido a la presente investigación. Por otro lado, Marsalis et al., (2007), reportó los valores de producción más altos en Julio con 6.7 ton/ha⁻¹ y 5.2 ton/ha⁻¹ para Tifton-68 y Gigante respectivamente. Resultados similares fueron reportados Mislevy et al., (2006), quienes encontraron que la mayor producción de forraje seco fue en Julio con 8.3, 8.1 y 7.3 ton/ha⁻¹ para tres pastos de Bermuda; Bermuda 2000, Jiggs y Tifton-85 respectivamente con intervalos entre cortes de 28 días y los menores rendimiento fueron de 1.6 1.3 y 1.1 ton/ha⁻¹ en el mes de Noviembre. La distribución de cortes cada 21 días de la producción forrajera siguió un patrón de crecimiento típico de la estación cálida de las tres variedades evaluadas. Lo que coincide con el incremento de la temperatura para el valle de Mexicali (Figura 1). La temperatura y el riego fueron consistentes para este corte y pudo haber apoyado su crecimiento (Burton et al., 1988). Reafirmando lo anterior existe un efecto marcado sobre factores climáticos en la producción forrajera de

los pastos de los que se refleja un efecto positivo en la producción de forraje en los cortes 4 (Julio) y corte cinco (Agosto) y que de decae gradualmente conforme avanza la época de pastoreo y que se detiene por efecto de la baja temperatura (Evers et al., 1994; Taliaferro et al., 1996; Marsalis et al., 2007).

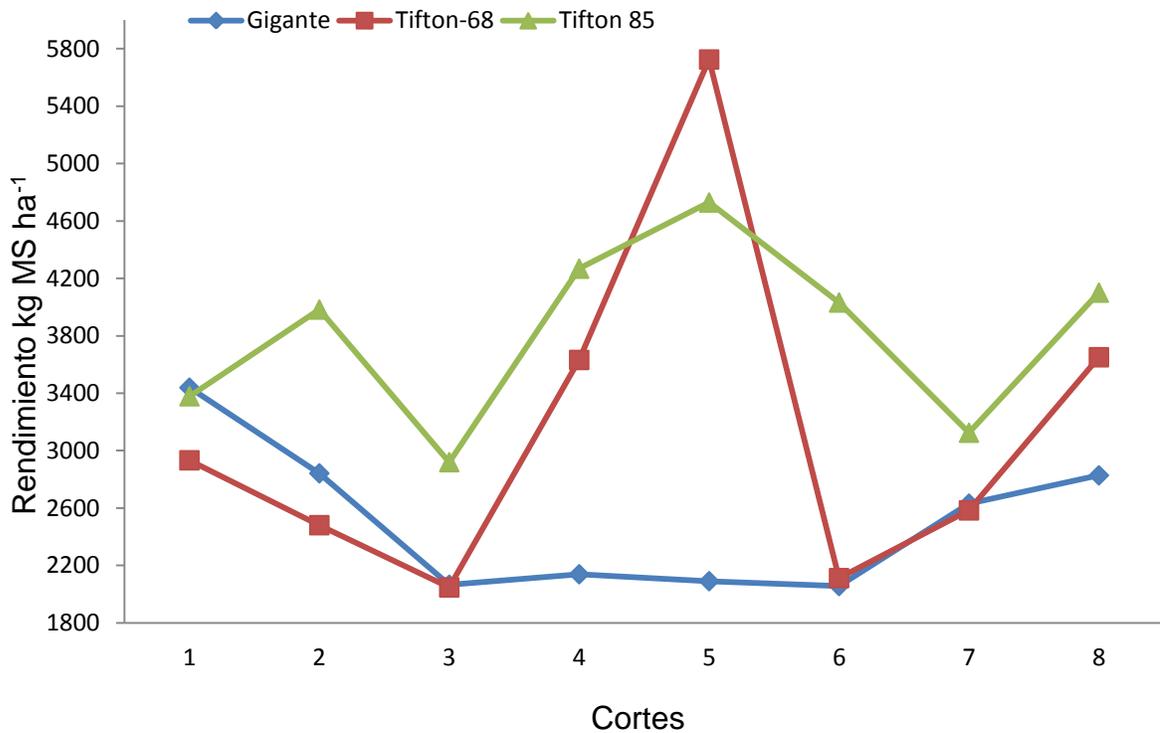


Figura 2. Producción de forraje seco entre cortes de tres variedades de zacate Bermuda en el Valle de Mexicali.

En general se puede observar que el Tifton-85 fue la que mostró el mejor comportamiento y presentó los valores más altos numéricamente a través de todo el ciclo vegetativo. En contrastes, la variedad Gigante fue la que presentó los valores más bajos. La respuesta de las plantas forrajeras a temperaturas inferiores a 18°C, es restringir el crecimiento hasta el grado de llegar a detenerse cuando se alcanza la temperatura mínima o base (Salisbury y Ross, 1992a; Massawe et al.,

2003). La cantidad de radiación que es recibida por las hojas, es afectada por la duración del día y por los patrones de la radiación diaria, variando con las estaciones del año, por otro lado, la latitud es determinante en los cambios estacionales y ocurrencias de temperaturas extrema que también afectan la producción forrajera (Sinclair et al., 2003). En el presente estudio la humedad no fue un factor limitante pues las bajas temperaturas, fueron las que afectaron el crecimiento de las variedades evaluadas dando como resultado una baja producción al final del ciclo de crecimiento (Burton et al., 1988).

La interacción variedad x altura de planta presentó diferencia significativa ($P < 0.05$). Los tres cultivares respondieron de manera diferente en este parámetro (Figura 4). El Tifton-68, Tifton-85 y el Gigante presentaron su máxima altura en el corte cinco respectivamente. Debido probablemente a la presentación de tallos florales como respuesta a la temperatura la que acelera la madurez en este tipo de zacates. Faria et al., (1997), indica que la mayor altura de planta se debe a la respuesta fisiológica del pasto cuando crece bajo condiciones de adecuado suministro de elementos nutritivos tal y como sucede en praderas irrigadas.

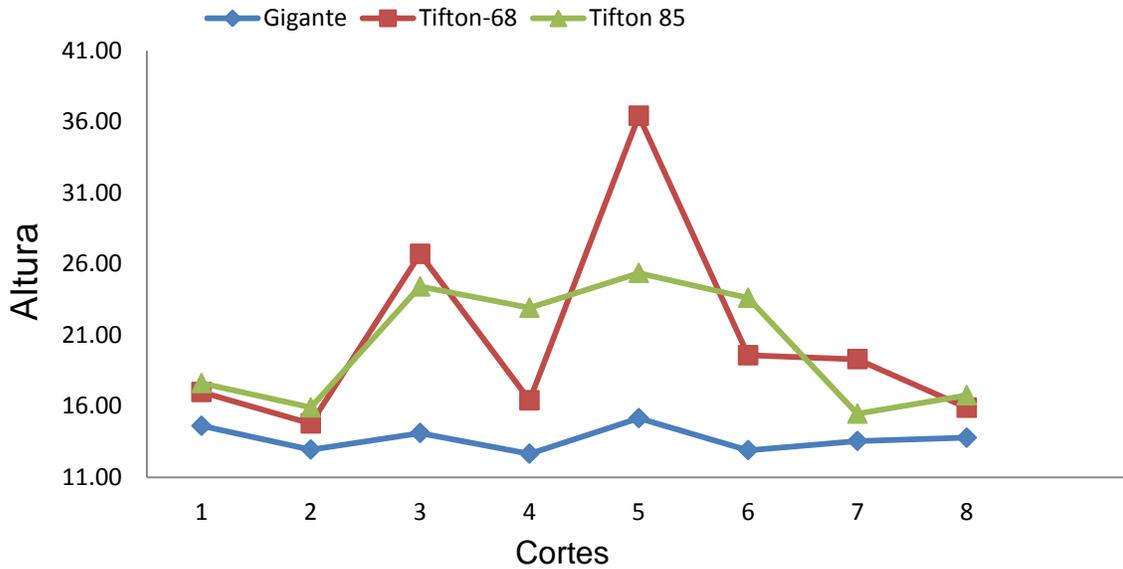


Figura 3. Altura de la planta de tres variedades de zacate Bermuda en el Valle de Mexicali.

Diversos autores indican que la altura de planta es indicador del grado de rendimiento. Para Hodgson, (1990) la altura de la planta influye sobre el rendimiento, no sólo por una mayor porción vertical removida, sino por una distribución diferenciada a lo largo del perfil vegetal.

Producción forrajera, tasa de crecimiento del cultivo, y componentes morfológicos.

Los resultados sobre la producción forrajera, tasa de crecimiento del cultivo, y componente morfológicos de las variedades se muestran en el (Cuadro 3, 4 y 5).

Primavera

Los resultados sobre la producción forrajera, tasa de crecimiento, y componentes morfológicos de las variedades durante la época de primavera se muestran en el Cuadro 3. La interacción variedad x corte y la producción de forraje entre variedades presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$). La variedad que presentó la mayor producción durante todo el periodo de crecimiento (Seis

semanas) fue la Tifton-85. Para las otras dos variedades el Bermuda Gigante fue la segunda en producción hasta la semana tres, viéndose superada a partir de ahí por el Bermuda Tifton-68, que al final tuvo el segundo valor en la producción. Existió efecto significativo ($P < 0.05$) del corte en la misma variable. Las producciones más baja de forraje seco se presentaron en la primera semana de corte con 1295.6, 1043.3 y 1475.0 Kg MS ha⁻¹ para la variedad Gigante, Tifton-68 y Tifton-85 respectivamente. El valor máximo se alcanzaron en la sexta semana donde destaca el Bermuda Tifton-85 con 5419 Kg MS ha⁻¹ seguido por la variedad Tifton-68 con 4202 MS ha⁻¹ y Gigante con 4043 Kg MS ha⁻¹. Al respecto, Días, et al., (2002), en Brasil al evaluar la producción de forraje durante la estación de primavera de tres variedades de zacate Bermuda Coastcross, Tifton-44 y Tifton-85 no encontraron diferencia significativa entre cultivares, donde el Tifton-85 presentó un rendimiento de 1.3 t de MS ha⁻¹ en la sexta semana de crecimiento, siendo inferior al presente estudio. Así mismo, al evaluar la producción de forraje durante la estación de primavera de cinco variedades de pasto Bermuda "Coastal" "Callie", "S-16", "Tifton-68" y "S-83", cortados durante un año a tres frecuencias de 14, 28 y 42 días de crecimiento Holt y Conrad, (1986) encontraron resultados similares al de este trabajo, dado que la mayoría de las variedades presentaron las más altas producciones a los 42 días, destacando el Tifton-68 con una producción de 7.9 t MS ha⁻¹, en el presente trabajo éste alcanza una producción máxima de 4202.6 kg MS ha⁻¹. Los mismos autores indican que la producción aumentó a medida que avanza la edad del forraje. Durante esta estación una vez que las variedades de zacate Bermuda alcanzan su máxima producción de hojas, el incremento en la producción de forraje seco se debe a la producción de tallos, por lo que para

definir la edad de rebrote a la cual se debe cosechar los Bermudas es necesario considerar la edad a la cual se obtiene tanto la mayor producción de forraje como la máxima producción de hojas y mejor valor nutritivo (Ethredge et al., 1973).

Los resultados sobre la TCC de las tres variedades evaluadas durante el crecimiento primaveral se muestran en el (Cuadro 3). La interacción variedad x corte y TCC existió diferencias significativas ($P < 0.05$) en esta estación. El Tifton-85 tuvo mayor TCC que la variedad Gigante y Tifton-68 en la primera segunda, tercera, y quinta semana y la variedad Gigante tuvo mayor TC que el Tifton-68 en la semana tres, cinco y seis que al final Tifton-68 tuvo un segundo valor de TCC. Existió diferencias significativas entre variedades en las semanas de cortes realizados ($P < 0.05$), a excepción en la primera y sexta semana. La tasa más alta se observó en la cuarta semana para la Tifton-68 con $213.2 \text{ Kg MS ha}^{-1}$, seguido por el cultivar Tifton-85 con $210.7 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ y Gigante con un valor de $185.0 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ambas en la primera semana respectivamente, en tanto la variedad Gigante presentó la menor TCC con $30.2 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en la segunda semana, el Tifton-85 la presentó en la sexta semana ($38.2 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) seguido por Tifton-68 con $40.2 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en la quinta semana. Jiménez, (2006) en el Valle de Mexicali al estudiar la tasa de crecimiento en praderas irrigadas del Bermuda Tifton-68 observó que la TCC varía en la época de primavera. El mismo autor encontró la mayor TCC en la semana tres con $110 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ y la menor la presentó en la sexta semana con $68 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$. En el presente trabajo para esta misma variedad la TCC se presentó en la cuarta semana, probablemente debido a la consecuencia del efecto positivo del riego y mejor adaptación y

persistencia. Al respecto Santana et al., (2012), al realizar un análisis de crecimiento de la Bermuda Tifton-85 observaron que, en Brasil esta misma variedad debe cosecharse a las cuatro semanas para la estación de primavera obtuvieron la mayor tasa de crecimiento de $122.2 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$. En el presente estudio para esta misma variedad su máximo valor se presentó en la primera semana siendo superior a ese mismo valor. Los mayores valores de TCC durante la primera semanas de rebrote puede deberse a las características propias de las plantas de la necesidad de crear nuevas hojas para su desarrollo Ramírez et al., (2010). Al respecto, Andrade et al., (2006), al inicio del rebrote, el área foliar de la planta está constituida de hojas jóvenes, con alta capacidad fotosintética, a medida que la planta se desarrolla baja la eficiencia fotosintética de las hojas y crecen las pérdidas de respiración de la planta. A sí mismo, Groeneveld, (1998) indica que las diferencias en TCC entre variedades de zacates, probablemente sean el resultado de las desigualdades tasas de elongación y aparición de hojas. Isahag y Dennett, (1998) y Velasco et al., (2002), mencionan que altas TCC ocurren cuando existen una mayor cantidad de hojas jóvenes en la parte superior del dosel y un mayor índice de área foliar junto con temperaturas óptimas para el crecimiento y el adecuado suministro de agua durante los cortes lo que puede favorecer un mayor crecimiento (Burton et al., 1988). En el presente trabajo en esta época primaveral se presentaron temperaturas promedio de 12.3 a 31.6°C que favorecieron el crecimiento de la pradera. Burton y Hanna, (1995) mencionan, que la tasa de crecimiento del zacate Bermuda logra su mayor desarrollo cuando la temperatura media está por encima de los 24°C y tiene muy poco crecimiento cuando las temperaturas son de 15 y 18°C .

CUADRO 3. PRODUCCION FORRAJERA, TASA DE CRECIMIENTO Y COMPONENTES MORFOLOGICOS DEL ZACATE BERMUDA (*Cynodon dactylon*) DURANTE LA PRIMAVERA EN EL VALLE DE MEXICALI.

	PF	TCC	MM	H	T	RHT	ALT
Semana 1							
Gigante	1295 ^a	185.0 ^a	48.9 ^a	32.1 ^a	18.9 ^a	1.7 ^b	8.2 ^a
Tifton-68	1043 ^{ab}	149.0 ^a	29.7 ^b	57.0 ^b	13.1 ^b	4.5 ^a	8.2 ^a
Tifton-85	1475 ^a	210.7 ^a	24.9 ^b	63.5 ^c	11.5 ^b	5.6 ^a	11.5 ^b
Semana 2							
Gigante	1507 ^a	30.2 ^a	23.8 ^a	46.2 ^a	29.9 ^a	1.5 ^a	13.2 ^b
Tifton-68	1405 ^a	51.6 ^{ab}	10.9 ^b	71.9 ^b	17.0 ^b	4.2 ^b	14.0 ^b
Tifton-85	2245 ^b	110.0 ^b	9.8 ^b	76.8 ^b	13.2 ^b	5.8 ^c	15.7 ^b
Semana 3							
Gigante	2347 ^a	119.9 ^a	25.0 ^a	49.3 ^a	25.6 ^a	2.0 ^a	14.0 ^a
Tifton-68	1945 ^b	77.1 ^a	12.6 ^b	71.1 ^b	16.1 ^a	5.0 ^b	15.5 ^a
Tifton-85	3528 ^c	183.2 ^b	14.2 ^b	69.5 ^b	16.1 ^a	4.4 ^b	16.5 ^a
Semana 4							
Gigante	2856 ^a	72.7 ^a	31.0 ^a	41.1 ^a	27.8 ^a	1.5 ^a	14.5 ^a
Tifton-68	3438 ^b	213.2 ^b	20.8 ^b	62.1 ^b	17.0 ^b	3.7 ^b	17.0 ^a
Tifton-85	4374 ^c	120.9 ^a	18.1 ^b	63.3 ^b	18.5 ^b	3.4 ^b	17.0 ^a
Semana 5							
Gigante	3534 ^a	96.8 ^a	31.8 ^a	38.1 ^a	30.0 ^a	1.3 ^a	14.2 ^a
Tifton-68	3718 ^a	40.0 ^{ab}	16.9 ^b	64.8 ^b	18.2 ^b	3.6 ^b	17.7 ^b
Tifton-85	5151 ^b	110.9 ^a	17.4 ^b	61.5 ^b	20.9 ^b	3.0 ^b	21.5 ^c
Semana 6							
Gigante	4043 ^a	72.6 ^a	20.3 ^a	40.9 ^a	38.7 ^a	1.0 ^b	13.5 ^a
Tifton-68	4202 ^a	69.2 ^a	18.4 ^a	59.5 ^b	21.9 ^b	2.7 ^a	16.2 ^{ab}
Tifton-85	5419 ^b	38.2 ^a	16.1 ^a	60.9 ^b	22.8 ^b	2.6 ^a	18.0 ^b
EE	121.8	22.2	2.03	1.9	1.7	0.3	1.0

^{a,b,c}. Medias con la misma literal dentro de la columna son estadísticamente iguales (Tukey>0.05), EE. Error estándar, FS. Producción de forraje seco (kg ha⁻¹), TCC. Tasa de crecimiento del cultivo (kg MS ha⁻¹ d⁻¹), MM. Material muerto (%), H. Hoja (%), T. Tallo (%). RHT. Relación hoja: tallo, ALT. Altura cm

Al respecto, Andrade et al., (2006), al inicio del rebrote, el área foliar de la planta está constituida de hojas jóvenes, con alta capacidad fotosintética, a medida que la planta se desarrolla baja la eficiencia fotosintética de las hojas y crecen las pérdidas de respiración de la planta. A sí mismo, Groeneveld, (1998) indica que las diferencias en TCC entre variedades de zacates, probablemente sean el resultado de las desigualdades tasas de elongación y aparición de hojas. Isahag y Dennett, (1998) y Velasco et al., (2002), mencionan que altas TCC ocurren cuando existen una mayor cantidad de hojas jóvenes en la parte superior del dosel y un mayor índice de área foliar junto con temperaturas óptimas para el crecimiento y el adecuado suministro de agua durante los cortes lo que puede favorecer un mayor crecimiento (Burton et al., 1988). En el presente trabajo en esta época primaveral se presentaron temperaturas promedio de 12.3 a 31.6°C que favorecieron el crecimiento de la pradera. Burton y Hanna, (1995) mencionan, que la tasa de crecimiento del zacate Bermuda logra su mayor desarrollo cuando la temperatura media está por encima de los 24°C y tiene muy poco crecimiento cuando las temperaturas son de 15 y 18°C.

Componentes morfológicos

Los componentes morfológicos de las variedades se muestran en el (Cuadro 3). La interacción variedad x semana y material muerto presentó diferencias significativas ($P < 0.05$), la variedad Gigante presentó la mayor acumulación durante todo el ciclo de crecimiento, seguida por el Tifton-68 en tanto la menor acumulación la tuvo el Tifton-85. Existió efecto significativo ($P < 0.05$) del corte en la misma variable, el máximo valor se encontró en la semana uno donde

la variedad Gigante fue la más alta con 48.9%, de igual manera las variedades híbridas presentaron en el mismo periodo los mayores porcentaje con 29.7% y 24.9% para Tifton-68 y Tifton-85, respectivamente. Las producciones más bajas de MM se presentaron en la semana dos para Tifton-68 10.9% y 9.8% para Tifton-85, en tanto para el cultivar Gigante se presentó al final del ciclo de crecimiento del estudio con 20.3%. Aparecida et al., (2001), en el Brasil en donde al evaluar la variedad Tifton-85, la estación con mayor aporte de material muerto fue en la primavera con 43%, en el presente estudio esto se presentó en el otoño. Resultados similares fueron reportados por Lara et al., (2012), al estudiar la producción de forraje en la misma variedad sobre este mismo parámetro, observo que la mayor producción del material muerto se encontró al inicio del rebrote. En las gramíneas de verano, al salir de su estado de latencia durante la primavera el porcentaje de MM es superior debido al cúmulo de este al momento del rebrote primaveral (Velasco et al., 2002).

Los resultados en el porcentaje de hoja se muestran en el (Cuadro 3). Existió efecto significativo ($P < 0.05$) entre los cultivares evaluados. El Tifton-85 y el Tifton-68 mostraron la máxima producción de hojas con 76.8 y 71.9%, en tanto la variedad Gigante su mayor valor fue de 49.3%. La mínima cantidad de hojas la presentó la variedad Gigante con 32.1%, seguida por el Tifton-68 en la que su menor porcentaje fue de 57.0%, en tanto la variedad Tifton-85 su mínimo valor fue de 60.9%. La interacción variedad x semana fue significativa ($P < 0.05$) en la misma variable. De igual manera existió efecto de la semana ($P < 0.05$) en esta misma variable entre las variedades, los resultados obtenidos indican que en la semana

dos se presentaron las mayores cantidades de hojas para Tifton-68 y Tifton-85, en tanto para el cultivar Gigante fue en la semana tres. En Bermuda de la Coastal, Prine y Burton, (1966) encontraron que el intervalo de cosecha en los 14 y 42 días se incremento a 5.1 hasta un nivel de 8.7 ton ha⁻¹, pero con una reducción de porcentajes de hojas de 86 a 63% respectivamente. Terrazas y Báez, (2004) al estudiar 8 variedades de Bermuda bajo condiciones de riego encontró que los zacates Bermuda Cruza 1, Tifton-68 y Estrella Santo Domingo presentaron la menor variación en el porcentaje de hojas, la mayor la encontró en Mayo para la Bermuda Tifto-68 con 66%. En el presente estudio la máxima cantidad de hojas fue en las primeras semanas de rebrote (Mayo) en donde la variedad Tifton-85 fue la de mayor valor, seguida por Tifton-68. Esta diferencia probablemente se debió a que los híbridos y la variedad por semilla tuvieron la menor producción de MM en la segunda semana como se muestra en el Cuadro 3. Además esto se asocia con la producción de hojas y material vivo al que se debe el cúmulo de la MS de estas estructuras en la gramínea, ocasionada por su capacidad de elongación de tallos y la producción de macollos para originar hojas durante su crecimiento (Hernández et al., 2011). En este sentido Burton y Monson, (1984) reportaron que el pasto Tifton-68 tiene buena capacidad de amacollamiento, característica sobresaliente para la producción de biomasa foliar, lo que se relaciona con una mayor producción de MS. Esto coincide por Burton, (1985; 2001) al mencionar que los híbridos presentan hojas más grandes y anchas, que la variedad por semilla por lo que comúnmente se asocia con mayores producciones de hojas verdes.

En cuanto al porcentaje de tallos los resultados indican que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre variedades. La variedad Gigante registró la mayor acumulación durante todo el ciclo de crecimiento, seguida por Tifton-68 en tanto la menor acumulación la tuvo el Tifton-85. Las menores producciones de tallo se encontraron en la primera semana para Gigante con 18.9% para Tifton-68 y Tifton-85 con 13.1 y 11.5% respectivamente. Las máximas producciones de tallo se localizaron al final del ciclo de crecimiento donde destaca el Bermuda Gigante con 38.7% seguido por la variedad Tifton-85 con 22.8% en tanto la variedad Tifton-68 su máximo fue de 21.9%. La interacción variedad x semana fue significativa ($P < 0.05$) entre la variable de tallos. A si mismo existió efecto de la semana ($P < 0.05$) sobre esta variable entre los cultivares, se observo un incremento en la producción de tallos al avanzar la edad de la planta, encontrándose en la sexta semana las máxima cantidades de tallo para las tres variedades estudiadas, coincidiendo con las mayores producciones de forraje seco en la etapa final del experimento. Villegas et al., (2004), menciona un comportamiento similar y que la máxima acumulación de tallos se debe al aumento en la producción de forraje. Lara et al., (2012) al estudiar el rendimiento del zacate Bermuda Tifton-85 bajo condiciones de precipitación determinaron que esta variedad tienen menor porcentaje de tallos con 43.8% en la primavera. Contrariamente, en el presente estudio la variedad que tuvo la mayor producción de tallo fue el Bermuda Gigante seguida por Tifton-85. La temperatura y la humedad en el suelo, son los principales factores climáticos que influyen en la producción de forraje y por ende de tallos, por lo que cuando las condiciones son favorables existe una constante producción de tallo, dando como resultado un aumento en la producción de

biomasa de forraje al avanzar la edad de la planta en la pradera, lo que se asocia directamente con la producción de tallo. (Cruz et al., 2011; Martínez et al., 2008)

Los resultados en la variable relación hoja:tallo (H:T) presentó diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los cultivares evaluados. La variedad Tifton-85 presentó la máxima relación H:T durante todo el ciclo de crecimiento, seguida por Tifton-68, en tanto la menor fue la variedad Gigante. La interacción variedad x semana fue significativa ($P < 0.05$). Existió efecto significativo ($P < 0.05$) en la semana de corte en la misma variable. El Bermuda Tifton-85 presentó la mayor relación con 5.8 en la semana dos, seguida por Tifton-68 y Gigante con 5.0 y 2.0 respectivamente en la semana tres. La menor relación H:T se presentó en la variedad Gigante con 1.0 seguida por la variedad Tifton-85 con 2.6 y la variedad Tifton-68 con 2.7 al cierre del ciclo de crecimiento. Estos resultados se pueden atribuirse a que en primavera, esta variable se asocio con el tiempo en el que se producen la mayor cantidad de porcentajes de hojas verdes, presentándose en la segunda y tercera semana las mayores producciones durante todo el periodo de crecimiento. Por ello, para una óptima cosecha debe existir un balance entre la calidad y la cantidad de forraje, ya que para este caso los menores rendimiento de forraje coinciden con la mayor aportación de hoja y a su vez, cuando se aumenta el intervalo entre cortes disminuye la calidad, al aumentar la cantidad de tallo, pero con incremento en el rendimiento de forraje como se observa en el (Cuadro 3). Días et al., (2002) al evaluar tres frecuencias de cortes en Bermuda Tifton-85 encontró la mayor relación de hoja:tallo con 3.7 cuando la frecuencia fue a la sexta semana para la estación de primavera los mismos autores indican que a medida

que aumentó la edad de corte hubo una reducción en la relación de H:T. uno de los principales factores que afecta los componentes morfológicos del forraje es la edad de la planta, conforme avanza la etapa de madurez, el porcentaje de hojas disminuye y el de tallos se incrementa, por lo que la relación hoja:tallo se reduce (Fischer et al., 2003). Así mismo, Pérez et al., (2002), indican que al avanzar el tiempo, la planta presenta un estado más avanzado de madurez, y por lo tanto mayor aporte de elementos estructurales, de tal manera que a medida que avanza el desarrollo fenológico la producción de tallos y material muerto tiende incrementarse y el de hojas disminuir, los que afecta negativamente la relación hoja: tallo.

Verano

Los resultados de la producción de forraje, tasa de crecimiento y componentes morfológicos durante el verano se muestran en el Cuadro 4. La interacción variedad x corte y producción de forraje entre variedades presentó diferencias significativas ($P < 0.05$). La variedad que presentó la mayor producción durante todo el ciclo de crecimiento fue el Tifton-68, seguida por el Tifton-85, mientras que la variedad Gigante fue la de menor producción durante todo el periodo de crecimiento (seis semanas). Existió efecto significativo ($P < 0.05$) del corte en la producción de forraje seco; en tanto las menores producciones se presentaron en la primera semana de corte con 654, 1933 y 1969 Kg MS ha⁻¹ para la variedad Gigante, Tifton-85 y Tifton-68 respectivamente. Como era de esperarse en la estación de verano la producción de forraje seco se incrementa con la edad de rebrote de la planta. Los valores más altos de producción se

presentaron en la sexta semana, para la variedad Tifton-68 fue de 8388 Kg MS ha⁻¹ seguido por Tifton-85 con 6295 y Gigante con 3638 Kg MS ha⁻¹, Terrazas y Báez, (2004) al evaluar la producción de forraje de 8 variedades de zacate Bermuda bajo riego determinaron que el híbrido Tifton-68 tiene mayor rendimiento en Junio con 6.0 t MS ha⁻¹ durante el verano. Sin embargo en el presente estudio las mayores producciones de forraje seco se presentaron en el mes de Septiembre. Lo anterior demuestra el efecto de los factores climáticos y de ubicación geográfica sobre la fenología de los cultivos (Hussey y Pinkerton, 1990). La producción de forraje se incrementa significativamente después del corte o pastoreo, hasta alcanzar un valor máximo donde después empieza a declinar por el envejecimiento natural del zacate Días et al., (2002). Al evaluar la producción de forraje en verano, en tres variedades de zacate Bermuda donde incluyó los cultivares Coastcross-1, Tifton-44 y Tifton-85, cortando durante un año a tres frecuencias de 21, 42, y 63 días, encontraron que las tres variedades tuvieron su máxima producción a los 62 días donde la variedad Tifton-85 presentó un valor de 6.3 t MS ha⁻¹. Griffin y Watson, (1982) en Mississipi EEUU al estudiar en verano la producción de 4 variedades de Bermuda 3 híbridos y uno con semilla bajo condiciones de precipitación natural, encontraron que la producción de forraje en el verano de Bermudas con semilla presentaron un promedio de 5576 Kg/ha, existiendo una gran variación en la producción de forraje, la mayor la encontró en Julio, en tanto en Agosto decayó drásticamente. En el presente estudio la mayor producción del verano fue en Septiembre en la variedad Tifton-68 seguido por la variedad Tifton-85 y Gigante (Cuadro 4).

CUADRO 4. PRODUCCION FORRAJERA, TASA DE CRECIMIENTO Y COMPONENTES MORFOLOGICOS DEL ZACATE BERMUDA (*Cynodon dactylon*) DURANTE EL VERANO EN EL VALLE DE MEXICALI.

	PF	TCC	MM	H	T	RHT	ALT
Semana 1							
Gigante	654 ^b	93.4 ^b	14.9 ^a	73.7 ^a	11.2 ^a	8.3 ^a	11.7 ^a
Tifton-68	1969 ^a	281.4 ^a	13.7 ^a	70.8 ^a	15.4 ^{ab}	4.6 ^b	24.6 ^b
Tifton-85	1933 ^a	276.1 ^a	16.1 ^a	65.6 ^a	18.2 ^b	3.6 ^b	21.5 ^b
Semana 2							
Gigante	1259 ^a	86.5 ^a	12.0 ^a	69.3 ^a	18.6 ^a	3.8 ^a	15.2 ^a
Tifton-68	3868 ^b	271.1 ^b	16.9 ^a	63.5 ^a	19.4 ^a	3.3 ^a	33.2 ^b
Tifton-85	3413 ^b	211.4 ^b	12.1 ^a	72.2 ^a	15.5 ^a	4.7 ^a	27.5 ^b
Semana 3							
Gigante	1340 ^a	11.5 ^a	20.9 ^a	61.6 ^a	17.3 ^a	3.8 ^a	14.0 ^a
Tifton-68	4415 ^b	78.1 ^b	21.0 ^a	54.2 ^a	24.7 ^b	2.3 ^{ab}	41.5 ^b
Tifton-85	3983 ^b	81.4 ^b	15.6 ^a	68.3 ^b	16.0 ^a	4.6 ^a	19.7 ^a
Semana 4							
Gigante	1448 ^a	15.4 ^a	21.0 ^a	60.4 ^a	18.4 ^a	3.8 ^a	14.7 ^a
Tifton-68	4698 ^b	40.4 ^b	24.6 ^a	49.0 ^b	26.8 ^b	1.8 ^{ab}	40.2 ^b
Tifton 85	4975 ^b	80.2 ^b	17.7 ^a	65.0 ^a	17.3 ^a	4.0 ^a	26.2 ^c
Semana 5							
Gigante	2181 ^a	104.7 ^a	20.6 ^a	64.2 ^a	15.1 ^a	4.4 ^a	13.0 ^a
Tifton-68	7681 ^b	426.2 ^b	19.4 ^a	53.8 ^b	26.6 ^b	2.0 ^b	41.1 ^b
Tifton-85	5731 ^c	267.1 ^{ab}	18.5 ^a	57.3 ^{ab}	24.0 ^b	2.3 ^b	30.7 ^c
Semana 6							
Gigante	3638 ^a	208.0 ^a	15.2 ^a	61.4 ^a	23.2 ^a	2.9 ^a	21.5 ^a
Tifton-68	8388 ^b	100.9 ^b	13.2 ^a	59.8 ^a	26.9 ^{ab}	2.2 ^a	54.7 ^b
Tifton-85	6295 ^c	80.5 ^b	19.9 ^a	59.7 ^a	20.2 ^a	3.0 ^a	25.2 ^a
EE	566.73	104.96	2.9	3.5	1.8	0.7	3.08

^{a,b,c}Medias con la misma literal dentro de la columna son estadísticamente iguales (Tukey>0.05), EE. Error estándar, FS. Producción de forraje seco (kg ha⁻¹), TCC. Tasa de crecimiento del cultivo (kg MS ha⁻¹ d⁻¹), MM. Material muerto (%), H. Hoja (%), T. Tallo (%). RHT. Relación hoja: tallo, ALT. Altura cm

Los mismo autores encontraron que las variedades híbridas fueron mayores que la variedades por semillas, en el presente trabajo se presento algo similar. Holt y Lancaster, (1968) reportaron aumentos en la producción de Bermuda con cada semana de demora en la frecuencia de cortes desde 1 hasta 6 semanas; Igualmente citados por Burton et al., (1963); Holt y Lancaster, (1968), también reportaron incrementos en la producción en pasto Bermuda variedad "Coastal", obteniendo el máximo rendimiento con la frecuencia de 6 semanas.

Con relación a la TCC los resultados se presentan en el (Cuadro 4). La interacción variedad x corte y TCC presentaron diferencias significativas entre cultivares ($P < 0.05$). En esta estación la variedad Tifton-68 desde el inicio mostró un crecimiento mayor. La variedad Tifton-85 ocupó la segunda posición en TCC en tanto, el Bermuda Gigante, la que presentó los valores más bajos durante todo el ciclo de crecimiento. A sí mismo existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre semanas o cortes realizados, la tasa más alta se observó en la quinta semana para Tifton-68 con $426.2 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ mientras que la variedad Tifton-85, su valor máximo fue a la primera semana con $276.1 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, con respecto al Bermuda Gigante su mayor valor fue de $208 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en la sexta semana. En tanto que la variedad Gigante presentó la menor TCC con $11.5 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en el tercer corte, seguida por el Tifton-68 ($40.4 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) y Tifton-85 con $80.2 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en el cuarto corte. Los valores superiores de la TCC en la primera semana de rebrote en el presente trabajo posiblemente serían por el mayor porcentaje de hojas. Inversamente, las menores TCC coincidieron con las menores producciones de hojas. Jiménez, (2006) en el Valle de Mexicali al evaluar la tasa de crecimiento y acumulación de nutrientes en pasto Bermuda Tifton-68

con diferentes intervalos de corte encontró la menor TCC en verano con 104 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y la mayor fue de 190 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ en condiciones de riego. Este mismo autor menciona que la variedad Tifton-68 es claramente superior durante esta misma estación por el mayor desarrollo de tallos y hojas. Por otra parte Santana, (2012) en Brasil al evaluar el crecimiento de dos variedades con sistema de riego, encontraron diferencia significativa (P<0.05) entre variedades, donde la mayor tasa de crecimiento se alcanzó en verano, en donde el Tifton-85 obtuvo la mayor TCC con 140 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹. Sin embargo en contrastes Lara et al., (1999), al evaluar tres variedades de Bermuda con cuatro cortes cada 21 días, encontraron diferencia significativa (P<0.05) entre cultivares donde el Tifton-85 presentó la menor TCC con 27.8 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y la mayor fue para Coastcross con 40 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹. En el presente estudio la mayor TCC de verano fue el Bermuda Tifton-68 a los 35 días de crecimiento. Este mismo autor menciona que las diferencia entre variedades, se asocia con la intercepción de la luz debido a la arquitectura de las hojas, sería un factor importante para la determinación de la tasa de crecimiento del cultivo. Gómez et al., (2007), indica que la tasa aparición de hojas en los vástagos de gramíneas tropicales se incrementan con las altas temperaturas. Por su parte Santillano, (2003) al evaluar, la respuesta de la Bermuda Gigante a la frecuencia y altura de cortes en Marín Nuevo León, obtuvo la mayor tasa de crecimiento del cultivo con la frecuencia de corte a los 35 y 42 días con 221 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y 230 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ correspondiente de verano respectivamente. En el presente trabajo estos valores fueron inferiores con 107 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y 207 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ con las frecuencias 35 y 42 días y/o ocurrido a la quinta y sexta semana. Lo anterior se puede atribuir a que las TCC aumentan

conforme se presentan las temperaturas óptimas para el crecimiento de los Bermudas. En la presente investigación la estación de verano fueron las que presentaron horas luz y temperaturas óptimas (Figura 1), y sin limitaciones de riego condiciones que favorecieron el crecimiento. El mayor crecimiento de las especies forrajeras tropicales ocurre entre 25 y 35°C (Newman et al., 2001; Festo et al., 2003; Ramírez et al., 2009). En consecuencia las mayores TCC coinciden con la mayor producción de forraje seco en la etapa final del verano, donde la variedad Tifton-68 es la de mayor producción de forraje seco mostrando superioridad al Tifton-85 y a la variedad Gigante, evidenciando el efecto positivo del riego durante este periodo de crecimiento. Si existe poca humedad en el suelo y no se le suministra agua habrá poco crecimiento de los Bermudas, el suelo se seca rápidamente y origina un estrés en la planta, Gómez et al., (2007). Esto pudiera explicar los resultados del presente estudio debido a las altas temperaturas del verano.

Componentes morfológicos

Los componentes morfológicos de las variedades se muestran en el (Cuadro 4). La interacción variedad x semana y el porcentaje de material muerto no presentó diferencias significativas ($P>0.05$) entre las variedades. A pesar de lo anterior la variedad Tifton-68 presentó la mayor diferencia numérica durante todo el ciclo de crecimiento, seguida por el Bermuda Gigante en tanto la menor acumulación la tuvo el Tifton-85. De igual manera no existió efecto de los cortes o semanas ($P>0.05$) en la misma variable, los mayores valores lo presentaron los cultivares Tifton-68 y Gigante con 24.6 y 21% en la cuarta semana

respectivamente, y el valor máximo del Tifton-85 se observó en el último corte del periodo 19.9%. Las menores producciones de MM se encontraron en la semana dos para Tifton-85 de 12.1 y 12.0% para Gigante, en tanto en el cultivar Tifton-68 se presentó al final del ciclo de crecimiento con 13.2%. La mayor cantidad de material muerto en la semana cuatro para la variedad Tifton-68 pudo deberse a que la planta produjera un rendimiento mayor de materia seca y creció 40.2 cm más que las otras plantas. Al respecto, Jiménez, (2006) observó en la variedad Tifton-68 la mayor cantidad de MM durante verano, en la quinta semana con 30.23% y la menor fue en la segunda semana con 13.07%. Es importante señalar que en la época de verano se observó que con el transcurso del tiempo, la planta presenta un estado de madurez más avanzado, de tal manera que a medida que transcurrió el periodo de evaluación, la proporción de material muerto tendió a aumentar (Pérez et al., 2002). La senescencia es un proceso natural que se caracteriza en la última fase de crecimiento. Pero esta puede ser acelerada por factores de manejo, competencia por luz, agua y nutrientes (Oliveira et al., 2000), En el presente estudio al dar un riego en mitad (Semana tres) del periodo de evaluación favoreció un aumento en el crecimiento y por ende en la masa foliar y la cantidad de material muerto.

Los resultados sobre los porcentajes de hojas indican que existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las variedades evaluadas. Para esta variable se observó que en verano el porcentaje de hojas disminuye conforme aumenta la edad de la planta, y las cantidades en esta época variaron en relación a la producción de forraje, así que el máximo porcentaje se presentó para la

variedad Gigante con 73.9 y 72.2% para Tifton-85, en cambio la variedad Tifton-68 su más alto valor fue de 70.0%. La menor cantidad de hoja la presentó la variedad Tifton-85 con 59.7% seguida por el Tifton-68 en la que su menor valor fue de 59.8 %, en tanto la variedad Gigante su menor valor fue de 61.4%. La interacción variedad x semana no fue significativo ($P>0.05$). Por otro lado existió efecto de la semana ($P<0.05$) entre las variedades, los resultados obtenidos indican que en la primera semana se presentaron las mayores cantidades de hojas para Gigante y Tifton-68 en cambio para el cultivar Tifton-85 fue en la segunda semana de crecimiento. Velasco et al., (2002), indican que el mayor porcentajes de hojas durante las primeras semanas de rebrote puede deberse a una mayor cobertura de plantas conforme las horas de radiación solar se incrementa abruptamente de la primavera hacia verano. Este crecimiento acelerado durante el verano se evidencia con la mayor producción total por Hectárea de hoja, ya que se muestra porcentaje apreciablemente superior y creciente conforme avanzó la estación de crecimiento de verano. Ramírez et al., (2010), al estudiar el zacate el pasto Isleño (*Bracharia humidicola*) tuvieron mayor porcentajes de hojas en las primeras edades de rebrote. Los mismos autores indican que este comportamiento se debió a que la proporción de hojas en el forraje cosechado disminuye al aumentar la edad de rebrote, debido al mayor crecimiento del tallo, cuando hay condiciones ambientales favorables para el desarrollo de las plantas a su vez la elongación del tallo se inhibe por las bajas temperaturas, cuestión que puede explicar los resultados obtenidos en esta investigación, específicamente en esta época de verano.

Los resultados del porcentaje de tallos (Cuadro 4) indican que existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los cultivares estudiados. La mayor contribución en el porcentaje de tallo durante todo el ciclo de crecimiento se registró en la variedad Tifton-68, seguida por la variedad Tifton-85 y la menor contribución la tuvo la variedad Gigante. Los híbridos Tifton-68 y Tifton-85 mostraron la mayor producción de tallo con 26.9 y 24.0% respectivamente; en tanto la variedad Gigante su máximo valor fue de 23.2%. La interacción variedad x semana fue significativa en el porcentaje de tallo. Existió efecto de la semana ($P < 0.05$) sobre esta variable, se observó que el porcentaje de tallo incrementa conforme aumenta la edad de la planta por lo tanto, la variedad Gigante y Tifton-68 presentaron los valores más altos en el sexto corte, mientras que en la variedad Tifton-85 fue en la quinta semana de crecimiento. El crecimiento del tallo requiere de temperaturas medias por arriba de 30 y 35°C. (Hernández et al., 1999; Velasco et al., 2001). La mayor altura de la planta se asocia con el aumento en el porcentaje de tallos y disminuye el porcentaje de hojas (Aparecida et al., 2001). Este mismo autor menciona que el porcentaje de tallos, están relacionados de manera positiva con el incremento de la edad de rebrote de la planta, lo cual ocasiona una disminución en relación de hoja:tallo.

Los resultados obtenidos en la relación hoja:tallo nos muestran que existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre variedades. La variedad Tifton-85 presentó las mayores relaciones de H:T durante el periodo de crecimiento seguida por la variedad Gigante en tanto la menor relación durante el periodo de crecimiento fue para la variedad Tifton-68. La variedad Gigante presentó la mayor

relación H:T con 8.3 seguida por la variedad Tifton-85 con 4.7 en cambio la variedad Tifton-68 tuvo su valor máximo de 4.6. La menor relaciones de H:T se presentó para la variedad Tifton-68 con 1.8 seguida por la variedad Tifton-85 con 2.3 y para la variedad Gigante su menor fue de 2.9. La interacción variedad x semana fue significativa ($P<.05$) en la variable de H:T. Por otro lado existió efecto ($P<0.05$) de las semanas en la misma variable, las mayores relaciones se encontró en la primera semana para la variedad Gigante y Tifton-68, en tanto la variedad Tifton-85 en la segunda. La mayor relación hoja:tallo generalmente coincide con el tiempo en el que se producen mayor cantidad de hojas verdes en la pradera y en este caso se presento en la primera semana de crecimiento. Jiménez, (2006) en el Valle de Mexicali encontró que el mayor valor ocurrió en verano, y se presentó en la segunda semana de corte con 1.04 y el menor valor fue de 0.62 con la frecuencia de cinco semanas. A si mismo Gómez et al., (2007), señala que lo incrementos de mayor relación hoja:tallo probablemente tiene que ver con etapas fenológicas tempranas (crecimiento vegetativo) o de elongación de tallos, que implican menor cantidad de material senescente, por el contrario, baja H:T puede indicar posiblemente que la planta se encuentra en etapas más avanzadas de desarrollo con mayor cantidad de tejido senescente o muerto.

. Otoño

Los resultados sobre la producción forrajera, tasa de crecimiento y componentes morfológicos de las variedades durante el otoño se muestran en el Cuadro 5. La interacción variedad x corte y la producción de forraje entre variedades presentaron diferencias significativas ($P<0.05$). La variedad Tifton-85

tuvo la mayor producción durante todo el periodo de crecimiento, mientras que la variedad Tifton-68 fue la de menor respuesta. Existió efecto de los cortes o semanas ($P < 0.05$) en la misma variable entre variedades. La menor producción fue registrada por la variedad Gigante con $578 \text{ Kg MS ha}^{-1}$ seguido, por el Tifton-85 y Tifton-68 con 1568 y $2028 \text{ Kg MS ha}^{-1}$ respectivamente ambas durante la primera semana, la variedad Tifton-68 fue la de mayor producción con $4787 \text{ Kg MS ha}^{-1}$; seguido por la variedad Tifton-85 con $4787 \text{ Kg MS ha}^{-1}$; y Gigante con $4269 \text{ Kg MS ha}^{-1}$. Es claro que los híbridos hicieron un mejor uso de las condiciones ambientales del otoño en comparación a la variedad por semilla. En la variedad Tifton-85, Oliveira et al., (2000) al evaluar el rendimiento en la época de otoño en diferentes edades de rebrote observaron un incremento lineal en la producción de forraje seco. De acuerdo con estos autores, pues el mayor rendimiento fue de 7.5 t MS ha^{-1} que ocurrió a los 42 días, seguido por la frecuencia 28 y 35 días. En el presente estudio fue para la variedad Tifton-68 en la sexta semana ocurrido a los 42 días de crecimiento. Por otro lado, Terrazas y Báez, (2004) durante el otoño encontraron rendimientos para la variedad Tifton-68 de 4.2 y 3.8 t MS ha^{-1} con la frecuencia de corte cada 14 y 28 días respectivamente. A si mismo Liu et al. (2011), en la época de otoño en un estudio de dos años evaluando tres frecuencias de corte 14, 21, 28 días en zacate Bermuda Tifton-85 encontraron durante que en el primer año el mayor rendimiento se obtuvo con la frecuencia más alta cada 14 días, en el segundo año de experimentación, el máximo rendimiento fue logrado con la frecuencia de 28 días, año regular en precipitación. Al respecto Mislevy y Martin, et al., (2006) en otoño al estudiar la producción de forraje de tres variedades de zacate Bermuda bajo

condiciones de precipitación encontró que la máxima producción para Tifton-85 se presentó en octubre y en tanto que Noviembre decayó con valores de 2.3 t MS ha⁻¹ y 1.8 t MS ha⁻¹ respectivamente. En el presente estudio la mayor de otoño fue en el mes de Noviembre por el Bermuda Tifton-68 seguida por Tifton-85 ya que esta se hizo bajo condiciones de riego.

Los resultados de la TCC del otoño en las variedades se muestran en el Cuadro 5. Existió efecto significativo ($P < 0.05$) entre las variedades en la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), siendo la variedad Gigante con 291.3 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ la que registró la máxima TCC, y para Tifton-68 su mayor crecimiento fue 289.7 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ mientras que la variedad Tifton-85 presentó su máximo valor de 224 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹. En contraste la variedad Gigante presentó la menor TCC con 66 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ comparada con Tifton-85 que presentó un valor de 31.9 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹ mientras que Tifton-68 en la que su menor TCC fue 15 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹. La interacción variedad x corte presento diferencia significativa ($P < 0.05$) en esta variable. A si mismo existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre cortes o semanas entre variedades. La variedad que presentó las mejores TCC durante todo el periodo de crecimiento fue Tifton-68 mostrando su máxima TCC en la primera semana, al igual fue mejor en la cuatro y sexta semana que el Bermuda Gigante; por su parte sus mejores TCC se observó en la segunda y tercera semana, esta variedad siempre fue inferior; que la Tifton-85 mostrando su mejores TCC en la primera, segunda y cuarta semana, que al final tuvo un segundo valor de TCC, lo que sugiere que los híbridos, hicieron un mejor uso de las condiciones ambientales del otoño que la variedad Gigante.

CUADRO 5. PRODUCCION FORRAJERA, TASA DE CRECIMIENTO Y COMPONENTES MORFOLOGICOS DEL ZACATE BERMUDA (*Cynodon dactylon*) DURANTE EL OTOÑO EN EL VALLE DE MEXICALI.

	PF	TCC	MM	H	T	RHT	ALT
Semana 1							
Gigante	578 ^a	82.6 ^a	40.0 ^a	38.8 ^a	21.1 ^a	2.3 ^a	9.7 ^a
Tifton-68	2028 ^b	289.7 ^b	53.8 ^b	34.0 ^a	12.0 ^b	4.0 ^{ab}	11.0 ^b
Tifton-85	1568 ^b	224.0 ^b	42.8 ^{ab}	31.5 ^a	25.6 ^a	1.2 ^a	8.8 ^a
Semana 2							
Gigante	2618 ^a	291.3 ^a	24.5 ^a	53.2 ^a	22.1 ^a	2.4 ^a	14.0 ^a
Tifton-68	2453 ^a	60.7 ^b	43.7 ^b	42.2 ^b	14.1 ^b	3.0 ^a	19.5 ^b
Tifton-85	2521 ^a	136.1 ^b	36.1 ^{ab}	45.7 ^b	18.1 ^{ab}	2.5 ^a	12.6 ^c
Semana 3							
Gigante	3452 ^a	119.0 ^a	27.0 ^a	49.7 ^a	23.2 ^a	2.2 ^a	13.8 ^a
Tifton-68	2558 ^b	15.0 ^b	37.6 ^a	53.6 ^a	8.7 ^b	6.9 ^b	22.0 ^b
Tifton-85	2828 ^b	43.9 ^{ab}	27.8 ^a	52.8 ^a	19.3 ^a	2.8 ^a	17.0 ^a
Semana 4							
Gigante	3957 ^a	72.1 ^a	26.3 ^a	48.2 ^a	25.4 ^a	2.1 ^a	12.8 ^a
Tifton-68	3386 ^b	118.2 ^{ab}	34.2 ^a	49.0 ^a	16.7 ^b	2.9 ^a	24.4 ^b
Tifton-85	4213 ^a	197.8 ^b	37.6 ^a	41.0 ^b	21.3 ^{ab}	1.9 ^a	14.2 ^a
Semana 5							
Gigante	4222 ^a	37.9 ^a	29.9 ^a	42.5 ^b	27.4 ^a	1.5 ^a	19.5 ^a
Tifton-68	3608 ^b	31.7 ^a	26.1 ^a	58.7 ^a	15.1 ^b	3.9 ^b	28.2 ^b
Tifton-85	4563 ^a	50.0 ^a	26.6 ^a	47.4 ^b	25.9 ^a	1.8 ^a	20.5 ^c
Semana 6							
Gigante	4269 ^a	6.6 ^a	27.3 ^a	45.8 ^a	26.7 ^a	1.7 ^a	19.5 ^a
Tifton-68	4852 ^b	177.7 ^b	30.4 ^a	49.0 ^a	20.5 ^b	2.3 ^b	25.5 ^b
Tifton-85	4787 ^b	31.9 ^a	22.0 ^a	50.2 ^a	27.7 ^a	1.8 ^{ab}	21.7 ^{ab}
EE	186.4	30.8	4.6	4.5	2.03	0.6	1.5

^{a,b,c} Medias con la misma literal dentro de la columna son estadísticamente iguales (Tukey>0.05), EE. Error estándar, FS. Producción de forraje seco (kg ha⁻¹), TCC. Tasa de crecimiento del cultivo (kg MS ha⁻¹ d⁻¹), MM. Material muerto (%), H. Hoja (%), T. Tallo (%). RHT. Relación hoja: tallo ALT. Altura cm

En este sentido Santillano, (2003) al estudiar la respuesta del pasto Bermuda Gigante a la frecuencia y altura de cortes bajo condiciones de precipitación natural obtuvo la mayores tasa de crecimiento con las frecuencias de corte a las 21 y 42 días con $146 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ y $185 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ correspondiente a la época de otoño respectivamente. Lara et al., (1999), quienes señalan que las diferentes especies forrajeras deben ser manejadas estacionalmente y que las frecuencias de defoliación deben ser establecidas con base en los patrones estacionales de crecimiento a fin de obtener la máxima producción de forraje por unidad de superficie. Los mismo autores observaron al evaluar tres variedades de pasto Bermuda con cuatro cortes cada 21 días, encontraron que el Tifton-85 presento la mayor TC con $70.6 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ seguida por la variedad Coastcross con $70.1 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en tanto que la variedad Florakirk su mayor valor fue $52.3 \text{ Kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ correspondiente a la época de otoño. En el presente trabajo la mayor TCC fue a los siete días de crecimiento para los híbridos y a los 14 días para la variedad Gigante. Las variaciones en la TCC también se puede deber a las diferencia genéticas entre la variedades en la etapa de su desarrollo de la planta y en función del tiempo (Ludlow y Wilson, 1970). Las temperaturas medias durante Octubre y Noviembre fueron de 23 y 15°C , respectivamente. De acuerdo con Burton, (1973), el pasto Bermuda crece mejor cuando las temperaturas medias son superiores a 24°C , temperaturas que, sin embargo, no estuvieron presentes en el tiempo de los muestreos (Figura 1).

Componentes morfológicos

Los componentes morfológicos de las variedades se muestran en el (Cuadro 5). Los resultados obtenidos indican que existió diferencia significativa ($P < 0.05$) entre variedades en el porcentaje de MM, la variedad Tifton-68 presentó la mayor acumulación durante todo el ciclo de crecimiento, seguida por el Tifton-85 en tanto la menor acumulación la tuvo la Gigante. La interacción variedad x semana no fue significativa ($P > 0.05$) en MM. Sin embargo existió efecto significativo ($P < 0.05$) en las semanas en la misma variable, aunque fue estadísticamente igual en la tercera, cuarta, quinta y sexta semana. Sin embargo las mayores aportaciones del MM fueron para las variedades híbridas, el máximo valor se encontró para la variedad Tifton-68 con 53.8 y 42.8% para Tifton-85, en tanto que la variedad Gigante su valor máximo fue de 40.0% ambas variedades se presentaron en la primera semana. La menor producción de MM se localizo en la sexta semana para Tifton-85 de 22% en cambio la variedad Gigante se presentó en la segunda semana con 24.5%, en tanto el cultivar Tifton-68 su menor valor fue de 26.1% localizado en la quinta semana. Las mayores contribuciones de MM en las primeras semanas se atribuyen debido al aporte de biomasa que se generó su crecimiento acelerado en verano. Velasco et al., (2002), atribuye que las mayores producciones de MM probablemente se debe a que los híbridos tuvieron mayor tasa de crecimiento en la primera y segunda semana y por lo tanto, el porcentaje de tejido senescente tiende incrementarse como consecuencia de la muerte de las hojas en los estratos inferiores. En este sentido Oliveira et al., (2000), indica que la senescencia natural se origina por la propio fenología de la planta y el efecto del sombreadamiento, pero este proceso de senescencia se acelera y ocurre por la

acción del medio ambiente tales como la competencia de luz, agua, y nutrientes. Esto pudiera explicar las mayores cantidades de MM durante el ciclo de crecimiento en la presente investigación.

Por otro lado los resultados en el porcentaje de hojas se muestran en el (Cuadro 5). Existió efecto significativo ($P < 0.05$) entre variedades. La variedad Tifton-68 presentó la mayor durante todo el ciclo de crecimiento, seguida por el Bermuda Gigante y la menor la tuvo Tifton-85. La interacción variedad x semana no fue significativa ($P > 0.05$). Pero existió efecto significativo de la semana de corte ($P < 0.05$) en la misma variable entre variedades, los resultados indican que en la quinta semana se presentó la máxima cantidades de hojas para Tifton-68 con 58.7%; seguida por la variedad Gigante la presentó en la segunda semana con 53.2% y Tifton-85 con 52.8% en la tercera semana, contrariamente las menores producciones se localizaron en la primera semana, se observó que la variedad Tifton-85 expreso su menor valor de porcentaje de hojas con 31.5%, seguido por Gigante con 38.8% y el Tifton-85 con 52.8%. Para esta época de otoño se observa en general que el porcentaje de hojas fue subiendo conforme aumenta la edad en la planta durante todo el ciclo de crecimiento. Oliveira et al., (2000), al evaluar rendimiento y valor nutritivo de la variedad Tifton-85 en diferentes edades de rebrote no encontraron diferencia significativa entre los cortes, pero si observaron que la máxima producción de porcentaje de hojas se mostró en la segunda semana de corte con 26.8% y la mínima fue en la quinta semana con 25.6% durante en otoño. La diferencia entre los cultivares puede estar relacionado a factores ambientales y a la fisiología de la planta se dice que los híbridos tiene la

capacidad de producir más hojas (Burton et al., 1993). Por su parte Terrazas y Báez, (2004), quien al estudiar el rendimiento de forraje de pastos del género *Cynodon* bajo riego determino que el híbrido Tifton-68 alcanzó un mayor porcentaje de hoja en Octubre con 58% durante el otoño. En el presente trabajo estos valores fueron inferiores y se presentó en la semana cinco sucedida en el mes de Noviembre para esta misma variedad.

En cuanto al porcentaje de tallos se mostraron diferencia significativa ($P < 0.05$) entre variedades. La variedad Gigante registró la mayor acumulación de tallo durante todo el ciclo de crecimiento, seguida por Tifton-85 en tanto la menor acumulación la tuvo el Tifton-68. La interacción variedad x semana no fue significativa ($P > 0.05$) para porcentaje de tallo. Por otro lado existió diferencia significativa de corte o semanas ($P < 0.05$) sobre esta variable entre variedades. Para esta época de otoño el comportamiento de los tallos fueron ascendiendo, así que el valor máximo se encontró en la semana seis para la variedad Tifton-85 con 27.7% en este mismo corte el Tifton-68 presentó su máximo valor con 20.5% en cambio el bermuda Gigante su máximo valor fue de 27.4% localizado en la quinta semana. La menor producción de tallo se encontró en la tercera semana para Tifton-68 con 8.7%, en tanto la menor producción se encontró en la segunda semana para Tifton-85 con 18.1% y el Gigante con 21.1% al inicio del ciclo (primera semana). Los mayores valores de tallo en la sexta semana se podría explicar al avanzar la edad de la planta se incrementa el tallo, coincidió con la mayores producciones de forraje seco en la etapa final del experimento. Un comportamiento similar Villegas et al., (2004) indica que la máxima acumulación de tallos se debió al aumento en la producción de forraje. Terrazas y Báez, (2004)

quien al estudiar el rendimiento de zacate Bermuda bajo riego determino que el híbrido Tifton-68 tiene un mayor porcentaje de tallo en octubre con 37% durante el otoño. Por su parte Oliveira et al., (2000) en la variedad Tifton-85 reporta su valor máximo de 21.9% de producción de tallos en la sexta semana. En la mitad del experimento de esta época de otoño se observo que inicio la etapa reproductiva (espigamiento) de la pradera, diferencia que puede atribuirle el aumento de porcentaje de tallo en la etapa final del experimento como se observa en el (Cuadro 5).

Los resultados de la relación hoja:tallo presentaron diferencia significativa ($P < .05$) entre variedades. La variedad Tifton-68 presentó la mayor relación H:T durante todo el ciclo de crecimiento, para la variedad Tifton-85 y Gigante tuvieron un comportamiento similar durante el periodo experimental. El Tifton-68 presentó la mayor relación con 6.9, seguida por Tifton-85 con 2.8 en tanto la variedad Gigante tuvo su máxima relación H:T con 2.4. En contraste la menor relación H:T se presentó para la variedad Tifton-85 con 1.2 seguida por la variedad Gigante con 1.7 y para la variedad Tifton-68 su mínima relación fue de 2.3. La interacción variedad x semana no fue significativa ($P > 0.05$) en la variable de relación hoja:tallo. Pero existió efecto de la semana ($P < 0.05$) en la misma variable entre los cultivares. La mayor relación hoja:tallo se presentó a la tercera semana en la variedad Tifton-68 y Tifton-85, mientras que la variedad Gigante se presentó en la segunda semana coincidió con el tiempo en que se produjo el mayor porcentajes de cantidad de hojas. Estas tendencias puede deberse a que el pasto Tifton-68 y Tifto-85 son híbridos, por lo que la expresión cuantitativa de estas variables se

debe a la capacidad genética del cultivar y probablemente por factores del medio ambiente y de manejo (Mickenhagen 1994; Corriber, 2009). En este sentido Smart et al., (2004), menciona que la proporciones de relación H:T son completamente diferentes debido a las características de la vegetación y los diferentes sitios de muestreos. En un estudio realizado por Gomes et al., (2011), al evaluar tres frecuencias de corte en Bermuda variedad Coastcross-1 encontró la menor relación hoja: tallo cuando la frecuencia fue en la sexta y la mayor en la cuarta semana de Noviembre a Marzo con 0.99 y 1.28 respectivamente. Al respecto Oliveira, (2000) indica que la relación H:T fue disminuyendo conforme avanza la edad de la planta, estimando valores de 1.39 y 0.45 a los 14 y 70 días de edad respectivamente durante esta época. Este mismo autor menciona que a partir a los 28 días estimo un valor de relación H:T inferior de 1.0. La relación hoja:tallo de los forrajes pueden considerarse una medida indirecta de la calidad de forraje siendo que valores mayores a uno manifiestan una mejor calidad del mismo, comparando con valores menores de la unidad, buscando así la mejor relación entre el rendimiento y la calidad del forraje Rojas, (2011).

CONCLUSIONES

El Bermuda Tifton-85 fue la que mostró el mejor comportamiento en producción forrajera total durante todo el ciclo de crecimiento, en tanto la mayor altura de planta promedio fue para Tifton-68.

La variedad Tifton-85 y Tifton-68 tuvieron mayores TCC que el Bermuda Gigante en las tres estaciones del año. Estas mismas variedades en la primavera y otoño presentaron mayor producción de hojas y relación hoja-tallo. En tanto que verano la mayor producción de hojas, relación hoja-tallo fue mayor en la variedad Gigante.

Ya que las condiciones ambientales son muy diferentes de un año a otro es recomendable seguir evaluando los parámetros productivos en el presente estudio.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, L., D. A. Johnson. 1991. Root morphological development in relation to shoot growth in seedling of four range grasses. *J. Range Manage.* 44: 341-345.
- Álvarez, E., J. Rodríguez, R. E. Rodríguez, G. Carrillo, R. Zinn, A. Plascencia, M. Montaña, V. González, S. Espinoza, U. Aguilar. 2008. Valor alimenticio comparativo del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*, var. *Whittet*) en dos estaciones de crecimiento con Ryegrass (*Lolium multiflorum*) y Sudán (*Sorghum sudanense*) ofrecido a novillos Holstein. *Interciencia.* pp.135-139.
- Alvim, M. J., M. A. Botrel, H. Rezende, X. D. Ferreira. 2003. Avaliação sob pastejo do potencial forrageiro de gramíneas do gênero *Cynodon* sob dois níveis de nitrogênio e potássio. *R. Bras. Zootec.* 32:47-54,
- Anderson, B., y C. A. Shapiro. 1999. Fertilizing grass pastures and haylands. Range and forage resources. Cooperative Extension. University of Nebraska. Bulletin G78-406-A. Disponible en: <http://ianrpubs.unl.edu/range/g406.htm>
- Andrade, L. R., T. J. D. Rodrigues, R. A. Reis, C. V. S. Filho. 2006. Avaliação de características fisiológicas de cinco cultivares de *Cynodon*. *Acta Sci. Anim.* pp. 245-250.
- Anónimo, 1996. Principios de manejo de praderas naturales. Serie: Zonas áridas y semiáridas No 6. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2^{da} edición. Santiago, Chile. pp.70-74.
- Carnevali, R. A., S. C. Silva, J. L. Fagundes, A. F. Sbrissia, C. A. B. Carvalho, L. F. M. Pinto, C. G. S. Pedreira. 2001. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) Sob lotação contínua. *Scientia Agricola* pp.7-15.
- Bade, D. H., B. E. Conrad, E. C. Holt. 1985. Temperature and water stress effects on growth of tropical grasses. *J. Range Manage.* 38:321-324
- Ball, D., B. Pinkerton. 2002. Varieties of Bermudagrass. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University. Circular ANR-1015. Disponible en: <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1015/>
- Baruch, Z., M. J. Fisher. 1991. Factores climáticos de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el crecimiento. En: Establecimiento y renovación de pasturas. Conceptos, experiencia y enfoques de la investigación, Red de Investigación y Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT. Colombia pp.103-142.

- Baker, J. L., 2002. Forage yields from bermudagrass varieties and strains—2002. Rep. NF-FO-03-01. Samuel Roberts Noble Found., Ardmore, OK.
- Bartholomew P.W. and R.D. Williams. 2005. Cool-season development response to accumulated temperature under a range of temperature regimes. *Crop Sci.* 45: 529-534.
- Belesky, D. P., H. D Perry, W. R. Windham, E. L. Mathias and J. M. Feeders. 1991. Productivity and quality of Bermudagrass in a cool temperate environment. *Agron. J.* 83:810.
- Belesky, D. P., J. M. Fedders. 1994. Defoliation effects on seasonal production and growth rate of cool-season grasses. *Agron. J.* 86:38-45.
- Belesky, D. P., J. M. Fedders. 1995. Warm-season grass productivity and growth rate as influenced by canopy management. *Agron. J.* 87:42-48.
- Bogdan, A. V. 1977. Tropical pastures and fodder plants. *Grasses and Legumes.* Edit Logman, USA. pp.475
- Burton, G. W. 1951. The Adaptability and Breeding of Suitable Grasses for the Southeastern States. *Adv. Agron.*, San Diego, pp.197-240.
- Burton, G. W. J. E. Jackson, F. E. Knox, 1959. The influence of light reduction upon the production, persistence and chemical composition of Coastal bermudagrass, *Cynodon dactylon*. *Agron. J.* 51:42-537.
- Burton, G. W. Bermudagrass. (In) Heath, M. E., D. S. Metcalfe, and R. E. Barnes. 1973. *Forages, the science of grassland agriculture*, third edition. The Iowa State University Press. U. S. A. pp. 321-332
- Burton, G. W. 1976. El pasto Bermuda. En: *Forrajes.* Hughes et al. 1976. 6ª impresión. C.E.C.S.A. D.F. México pp 305-314.
- Burton, G., W. G. Monson. 1984. Registration of Tifton-68 Bermudagrass. *Crop. Sci.* 24: 1211
- Burton, G. W., W. W. Hanna. 1985. Bermudagrass. In: M. E. Heat, D. S. Metcalf, and R. E. Barnes (Eds.). *Forages.* 4th ed. Iowa State Univ. Press, Ames.
- Burton, G. W., J. E. Hook, J. L. Butler, R. E Hellwig. 1988. Effect of temperature, daylength, and solar radiation on production of Coastal Bermudagrass. *Agron. J.* 80:557-560.
- Burton, G. W., R. N. Gates, G. M. Hill, 1993. Registration of Tifton-85 Bermudagrass. *Crop Sci.* 33:644-645.
- Burton, G. W., W. W. Hanna. 1995. Bermudagrass. In: R. F. Barnes, D. A. Miller, and C. J. Nelson (ed.) *Forages – An introduction to grassland agriculture.* Iowa State University Press, Ames. pp.421

- Burton, G. W. 2001. Tifton 85 Bermudagrass—Early History of its Creation, Selection, and Evaluation. *Crop. Sci.* 41:5-6
- Briske, D. D. 1991. “Developmental morphology and physiology of grasses.” En: R. K. Heitschmidt and J. W. Stuth (Eds.). *Grazing management: an ecological perspective*. Timber Press, Portland, Oregon, Usa. pp.11-26
- Brown, R. H. 1984. Growth of the Green Plant. In: Tesar, M. B. (Ed). *Physiological Basis of Crop Growth and Development*. pp.153-173.
- Cameron, D. G., H. G. Bishop, P. J. Weeks, A. A. Webb. 1990. Effects of irrigation, defoliation, associated grass and nitrogen on Lucerne (*Medicago sativa*) as a component of pastures in sub-coastal central Queensland. *Tropical Grasslands*. 24:75-80.
- Carrillo, V., M. Rodríguez., U. Manríquez, D. Vásquez, E. Rivas, y J. Fariñas. 2000. Efecto de la fertilización nitrogenada, edad y época de corte sobre el valor nutritivo del pasto *Andropogon gayanus*. *Zoot Trop.* 18: 235-254.
- Corriber, V. A., A. R. Larry 2009. *Bermudagrass Varieties, Hybrids and Blends for Texas*. Extension Forage Specialist Overton and College Station, TX. Disponible en:http://publications.tamu.edu/FORAGE/PUB_forage_Bermudagrass%20Varieties.pdf
- Carmona, M. I., C. T. López, P. R. Vallejo, G. G. Santos 2003. Resistencia a sequia de *Brachiaria* SPP. I. aspectos fisiológicos. *Rev. Fitotec. Mex.* 26: 153-159.
- Castillo, E., J. Cowarand, J. Sánchez, C. Jiménez, C. López. 1983. Efecto de la fertilización nitrogenada en la época lluviosa sobre productividad, composición química y digestibilidad in vitro del pasto Kikuyo bajo pastoreo en el Cantón de Coronado. *Agronomía Costarricense* 7: 9-15.
- Cecato, U., G. T. dos Santos, M. A. Manchado, L. H. Gomes, J. C. Damaceno, C. C. Jobim, N. P. Ribas, R. T. Mira, C. C. Perissato. 2001. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. *Maringá* 23: 781-788.
- Cooper, J. P. 1970. Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. *Herb. Abs.* 40:1-13
- Clavijo, J. A. 2009. Harvest management of Tifton-85 bermudagrass. A thesis presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science University of Florida. pp.1-125
- Crews, J. M. 2005. An Evaluation of the establishment of seed propagated bermudagrass varieties for use in horse exercise areas. Candidate for the Degree of Master of Science. The University of Tennessee at Martin. pp.1-33

- Cruz, P., M. Boval. 2000. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. G Lemaire, J Hogson, A de Moraes, C Nabinger, P C de F Carvalho (eds). CAB International, Wallingford Oxon OX10 8DE, UK. pp:151-168.
- Cruz, L. P., A. H. Garay, J. F. E. Quiroz, S. I. M. Pedroza, A. R. Q. Carrillo, B. M. J. Torres. 2011. Desempeño agronómico de genotípicos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick en el trópico húmedo de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 34:123-131.
- Cruz, H. A., A. H. Garay, J. F. E. Quiroz, A. G. Vazquez, E. O. Jimenez, N. M. M. Gracia 2011. Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria híbrido 36061*) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Téc. Pec. Mex.* 2:429-443
- Dias, M. B., C. J. R. Carvalho. 2000. Physiological and morphological responses of brachiaria spp. To flooding. *Pesq. bras.* 35: pp.1959-1966.
- Días, G. G., G. T. dos Santos, U. Cecato, C. C. Jobim, J. C. Damasceno, A. F. B. Faria. 2002. Produção e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte durante o ano. *Maringá*, 24:1163-1174.
- Duran, P. N., J. A. R. Corral, D. R. G. Eguiarte, G. N. Hernández, F. J. P. Ramírez, S. H. C. Rodríguez. 2011. Temperaturas cardinales de desarrollo en la etapa siembra-emergencia de 11 pastos forrajeros. *Téc. Pec. Mex.* 2:347-357.
- Duru, M., H. Ducrocq. 2000. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. *Annals of Botany.* 85:635-643.
- Duthil, J. 1980. Producción de forrajes. Ediciones Mundi-Prensa. 3ª edición Madrid.
- Ehlig, C. F., R. W. Hagemann. 1982. Nitrogen Management for Irrigated Annual Ryegrass in Southwestern United States. *Agron. J.* pp 820-823.
- Eichhorn, M. M. Jr. 1989. Effects of fertilizer nitrogen rates and sources on Bermudagrass grown on Coastal plain soil. Louisiana Agric. Expt. Sta. LUS Agricultural Center, Baton Rouge, La Bull. No. 797. pp.27
- Escalante, B. J. 2007. Tasa de crecimiento, Componentes químicos y morfológicos bajo diferentes niveles de fertilización nitrogenada en ballico anual (*Lolium multiflorum*) diploide vs tetraploide en el Valle de Mexicali, B. C. Tesis de Maestría en Sistemas de Producción Animal. ICA-UABC. pp.1-62
- Ethredge, J., E. R. Beaty, R. M. Lawrence. 1973. Effects of height, clipping frequency and rates of nitrogen on yield and energy content of Coastal bermudagrass. *Agron. J.* 65:717-719.

- Evers, G. W., J. L. Gabrysch, J. M. Moran. 1994. Performance of bermudagrass varieties in East Texas. Field Day Rep. Tech. Rep. 94-1. Texas Agric. Exp. Stn. Res. Center, Overton. Disponible en:
http://articlesearchdatabase.tamu.edu/tmppdfs/viewpdf_1145_73281.pdf?
- Evers, G. W., J. M. Moran. 1997. Performance of Bermudagrass varieties at overton-1994. Texas A & M University Agricultural Research & Extension Service. Disponible en:
http://articlesearchdatabase.tamu.edu/tmppdfs/viewpdf_293_33324.pdf?
- Evers, G. W., M. J. Parsons, T. J. Butler. 2001. Production of seeded bermudagrasses. Proc. Amer. Forage Grassland Council. Springdale, AR. 10:207-211.
- Evers, G. W., L. A. Redmon, T. L. Provin. 2004. Comparison of bermudagrass, bahiagrass, and kikuyugrass as a standing hay crop. Crop Sci. 44:1370-1378.
- Faria, J. R., B. González, J. Faria. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre el rendimiento total y distribución en hoja, tallo y material muerto de la materia seca del pasto Elefante Enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) Rev. Fac. Agron. 14:417-425.
- Festo, J. M., N. A. Sabed, A. R. Jeremy. 2003. The impact of temperature on leaf appearance in bamba groundnut landraces. Crop Sci. 43:1375-1379.
- Massawe, M. F., S. N. Azam-Ali, J. A. Roberts. 2003. The impact of temperature on leaf appearance in bambara groundnut landraces. Crop Sci. 43:1375-1379.
- Fischer, S. A., S. C. da Silva, C. Matthew, C. A. B. de Carvalho, R. A. Carnevalli, L. F. M. Pinto, J. L. Fagundes, C. G. S. Pedreira. 2003. Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 Bermudagrass swards. Pesq. agropec. Bras. 38:1459-1468
- Fike, J. H., C. D. Teutsch, D. L. Ward. 2005. Warm season grass production response to site and defoliation frequency. Online. Forage and Grazinglands doi:10.1094/FG-2005-0824-01-RS. pp.1-15
- Gautier, H., C. V. Grancher, L. Hazard. 1999. Tillering Responses to the Light Environment and to Defoliation in Populations of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) Selected for Contrasting Leaf Length. Annals of Botany 83:423-429.
- Girón, C. J. A., G. P. Rocha, J. C. Pinto, J. A. Muniz, E. M. Gomide. 2003. Efeito da idade de corte na performance de três forrageiras do gênero cynodon. Ciênc. agrotec., Lavras. 27:462-470

- Gómez, F. E., H. D. Solíz, A. S. Fitzmaurice, F. B. Encinia, V. V. Tristán, W. E. Grant. 2007. Patrón de crecimiento de pasto Buffel Pennisetum ciliare L. (Link.) Sin. Cenchrus ciliaris L.] en Tamaulipas, México Téc. Pecu. Méx. 45:1-17
- Gomes, P. O., M. A. Oliveira, J. C. Pinto, M. E. R. Santos, K. G. Ribeiro, P. R. Cecon. 2011. Análise de crescimento do capim Coastcross-1 sob adubação nitrogenada em duas idades de rebrotação. R. Bras.Zootec. 40:2121-2128.
- Groeneveld, H. W. 1998. Measuring the RGR of individual grass plants. Ann. Bot. 82: 803-808.
- Griffin, J. L., V. H. Watson. 1982. Production and quality of bermudagrass as influenced by rainfall patterns. Agron. J. 74:1044-1047.
- Harlan, J. R, J. M. J. de Wet. 1969. Some variation in Cynodon dactylon (L) Pers. Crop Sci. 9774-78.
- Harlan, R. J. 1970. Cynodon species and their value for grazing and hay. Herbaje Abstracts. 40:223.
- Heike, V. 2009. Malezas de México. Cynodon dactylon (L.) Pers. zacate Bermuda Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cynodon dactylon/fichas/ficha.htm](http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/cynodon_dactylon/fichas/ficha.htm).
- Herrera, R. S., Y. Hernández, 1989. Efecto de la edad de rebrote en algunos indicadores de la calidad de la bermuda cruzada-1. III. Porcentaje de hojas y rendimientos de materia seca y proteína bruta. Pastos y Forrajes, Matanzais. 12:77-81.
- Hernández, G. A., C. Matthew, J. Hodgson. 1999. Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and proposed productivity index. New Zealand J Agric Res; 454:347-356.
- Hernández, G. A., H. P. Martínez, U. M. Mena, P. J. Pérez, Q. J. F. Enríquez. 2002. Dinámica del rebrote en pasto Insurgente (Brachiaria brizantha Hochst. Stapf.) Pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. Tec. Pecu. Mex. 40:193-205.
- Hernández, R. P., E. J. C. Villaral. 2007. Zacate Bermuda Tifton-68: Nueva opción para el establecimiento de praderas bajo riego en el Norte de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Sitio Experimental Zaragoza. Folleto Técnico No. 15. Zaragoza, Coahuila, México, pp.1-19
- Hernández, S. R., O. J. Pérez, J. R. Guillén, G. I. Segura, A. F. Nova. 2011. Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de Brachiaria en el trópico. Avances en Investigación Agropecuaria. 15:3-8.

- Hill, G. M., R. N. Gates, G. W. Burton. 1993. Forage Quality and Grazing Steer Performance from Tifton 85 and Tifton 78 Bermudagrass Pastures. *J. Anim. Sci.* 71:3219-3225
- Hill, G. M., R. N. Gates, J. W. West. 2001. Advances in Bermudagrass research involving new cultivars for beef and dairy production. *J. Anim. Sci.* 79:48-58.
- Hodgson, J. 1990. *Grazing Management. Science into Practice.* Longman Scientific and Technical. Essex, England. pp.203
- Holm, L. G., D. L. Plucknet., J. V. Pancho, J. P. Herberger, 1977. The world's worst weeds. Distribution and Biology. The University Press of Hawaii, Honolulu. pp. 609.
- Holt, E. C., J. A. Lancaster. 1968. Yield and stand survival of "Coastal" bermudagrass as influenced by management practices. *Agron. J.* 60:7-11.
- Holt, E. C., B. E. Conrad. 1986. Influence of harvest frequency and season on Bermudagrass cultivar yield and forage quality. *Agron. J.* 78:433-436.
- Hollingsworth, B. S., E. A. Guertal, R. H. Walker. 2005. Cultural management and nitrogen source effects on ultradwarf Bermudagrass cultivars. *Crop Sci.* 45:486-493.
- Hopkins, A. 2000. Herbage Production. In *Grass. Its production and utilization.* Trd. Ed. British Grassland Society-Blackwell Science. pp. 90-1001.
- Hughes, H.D., M. E. Heath, D. S. Metcalfe. 1984. Forrajes. Editorial CECSA. México. pp.306-319
- Hunt, L. A., 1966. Ash and energy content of material from seven forages grasses. *Crop Sci.* 6:507-509.
- Hussey, M. A., B. W. Pinkerton, 1990. Performance of Bermudagrass and stargrass under irrigate subtropical conditions, *J. Prod. Agric.* 4:425-428
- Isahag, K. H. M., M. D. Dennett. 1998. Use of the expolinear growth model to analyse the growth of faba bean, peas and lentils at three densities: Fitting the model. *Ann. Bot.* 82: 497-505.
- Lara, F. J., A. L. Moreira, A. W. Freitas, A. Zonta, R. Heinrichs, F. C. Rocha. 2012. Produção de forragem de Tifton 85 adubado com nitrogênio e submetido à lotação contínua. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador, 13:306-317.
- Jensen, K. B., B. L. Waldron, K. H. Asy., D. A. Johnson, T. A. Monaco. 2003. Forage nutritional characteristics of Orchardgrass and perennial Ryegrass at five irrigation levels. *Agron. J.* 95:668-675.
- Jiménez, L. D. 2006. Determinación de las tasas de de crecimiento y acumulación de nutrientes en pasto Bermuda (*Cynodon spp. Tifton-68*) y *Kikuko*

- (*Pennisetum clandestinum* var. *whittet*). Tesis de Maestría en Sistemas de Producción Animal. ICA-UABC. pp 1-47.
- Jiang, Y., B. Huang. 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. *Crop Sci.* 41:436-442.
- Johnson, C. R., B. A. Reiling, P. Mislevy, M. B. Hall. 2001. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. *J. Anim. Sci.*79:2439-2448.
- Korte, C. J., W. Harris. 1987. Stolon development in grazed 'Grassland Nui' perennial Ryegrass. *New Zealand J. Agric. Res.* 30:139- 148.
- Lefsrud, M. G., D. A. Kopseell. 2005. Air temperature affects biomass and carotenoid pigment accumulation in kale and spinach grown in a controlled environment. *Hort. Science* 40:2026-2030.
- Lang, D., B. Boyd, N. C. Edwards, J. R. Elmore, R. Evans, J. Howell, R. Ivy, B. Johnson, B. Macoon, T. Smith. 2002. Mississippi forage crop variety trials. *Mississippi Agric. and For. Exp. Stn. Inf. Bull.* 391. Miss. State Univ. Ext. Serv., Mississippi State. pp.8-11
- Lara, F. J., S. C. Silva, C. G. S. Pedreira, A. F. Sbrissia, R. A. Carnevalli, C. A. B. Carvalho, L. F. M. Pinto. 1999. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de cynodon spp. sob diferentes intensidades de pastejo. *Scientia Agricola.* 56:1141-1150.
- Lascano, C., H. Huamán, E. Villela. 1982. Efecto de frecuencia e intensidad de pastoreo en una asociación gramínea + leguminosa sobre la selectividad animal. *Agro. Tropical.* 3:171-188.
- Latinga, E. A., P. J. A. Deenen, H. V. Keulen. 1999. Herbage and animal production responses to fertilizer nitrogen in perennial ryegrass swards. II. Rotational grazing and cutting. *Netherlands Journal of Agricultural Science.* 47: 243-261.
- Lemaire, G., J. Hodgson, A. de Moraes, C. Nabinger, P. C. F. Carvalho. 2000. *Grassland Ecophysiology and grazing ecology*, Cab international. pp 422.
- Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands Aspects of forage plant populations in grazed swards. *Proc XIX International Grassland Congress.* Brazilian Society of Animal Husbandry Sociedade Brasileira de Zootecnia. Sao Pedro, San Paulo. Brasil. pp..29-37.
- Lippke, H., V. Haby, T. P. Tony. 2006. Irrigated annual Ryegrass responses to nitrogen and phosphorus on calcareous soil. *Agrom. J.* 98:1333-1339.
- Lizárraga, C. 1995. Crecimiento y finalización de bovinos en praderas de zacate Bermuda. En: *Memoria de la Quinta Reunión Anual sobre Producción de*

Leche y Carne en Climas Cálidos. 6-7 septiembre. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B. C., México. pp. 84-101

- Liu, K., L. E. Sollenberger, Y. C. Newman, J. M. B. Vendramini, S. W. Interrante, and R. W. Leech. 2011. Grazing management effects on productivity, nutritive value, and persistence of "Tifton 85" Bermudagrass. *Crop Sci.* 51:353-360
- Lucena, C. N., V. T. Paulino, C. R. Townsendi, J. A. Magalhaes, J. R. Cruz. 2007. Desempenho agrônomico de genótipos de *Brachiaria brizantha* em diferentes idades de corte em Porto Velho, Rondônia, Brasil (Agronomic performance of *Brachiaria Brizantha* genotypes in Porto Velho, Rondônia, Brazil). *REDVET.* 8:1-5.
- Ludlow, M. M., y G. L. Wilson, 1970. Growth of some tropical grasses and legumes at two temperatures. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 36:43-45.
- Ludlow, M. M. 1980. Stress physiology of tropical pasture plants. *Tropical grassland.* 12: 136-145.
- Marsalis, M. A. 2004. Adaptation of forage Bermudagrasses (*Cynodon dactylon* (L). Pers.) to the texas high plains grown under saline and limited irrigation conditions. A Dissertation in Agronomy. Doctor of Philosophy. Faculty of Texas Tech University. pp.1- 207.
- Marsalis, M. A., V. G. Allen, C. P. Brown, C. J. Green, 2007. Yield and nutritive value of forage Bermudagrasses Grown Using Subsurface Drip Irrigation in the Souhern High Plains. *Crop Sci.* 47:1246-1254.
- Martínez, M. D., A. H. Garay, J. F. Quiroz, J. P. Pérez, S. S. G. Muñoz, J. G. Herrea. 2008. Producción de forraje y componentes del rendimiento del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferentes manejo de la defoliación. *Tec. Pec.* 46:427-438.
- Matthew, C., E. N. Van Loo, E. R. Thom, L. A. Dawson, D. A. Care. 2001. Understanding shoots and root development theme 01 Proceeding of the XIX Internacional Grassland Congress. Brazilian Society of Animal Husbandry. Sociedad Brasileira do Zootecnia. Sao Pedro, Paulo Brasil. pp.19-27.
- Middleton, C. H. 1982. Dry matter and nitrogen changes in five tropical grasses as influenced by cutting height and frequency. *Topical Grassl;* 16:327-366.
- Menzi, H., H. Blum, J, Nosberger. 1991. Relationship between climatic factors and the dry matter production of swards of different composition at two altitudes. *Grass Forage Sci;* 46:223- 230.
- Mickenhagen, R. 1994. Elementos sobre pastagens das gramíneas Tifton-68 e Tifton-85. Araçatuba: [s.n.]. pp. 27

- Mislevy, P., F. G. Martín, 2006. Biomass yield and forage nutritive value of *Cynodon* grasses harvested Monthly. *Crop Sci. Soc. Florida Proc.* 65:9-14
- Misra, A., G. Tyler. 2000. Effect of wet and dry cycles in calcareous soil on mineral uptake of two grasses, *Agrostis stolonifera* L. and *Festuca ovina* L. *Plant and Soil.* 224: 297-303.
- Moliterno, E. A. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento productivo de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia* 6:40-52.
- Monson, W. G., G. W. Burton. 1982. Harvest frequency and fertilizer effects on yield, quality, and persistence of eight Bermudagrasses. *Agron. J.* 74:371-374.
- Morgan, J. A., R. H. Brown, 1983. Photosynthesis and growth of Bermudagrass swards. II. Growth patterns as estimating by harvest and gas exchange techniques. *Crop Sci*; 23:352- 357
- Murphy, J. S., D. Briske. 1992. Regulation of tillering by apical dominance: Chronology, interpretive value, and current perspectives. *Journal of Range Management.* 45:419-429.
- McNaughton, S. J. 1983. Compensatory plant growth as a response to herbivory. *Oikos.* 40:329-336
- Navarro, L. D. Vásquez, A. Torres. 1992. Efecto de la dosis de nitrógeno y la edad en el rendimiento, tasa de acumulación de materia seca y en el valor nutricional del pasto *Brachiaria humidicola*. *Zootecnia tropical* 1:65- 86.
- Nelson, J., J. Volenec. 1995. Environmental and physiological aspects of forage management. In: *Forages. Volume I. An Introduction to Grassland Agriculture.* 5a Ed. Iowa. Iowa State University Press. pp-55-69
- Newman, Y., L. Sollenberger, K. Boote, L. Allen, R. Littell. 2001. Carbon and temperature effects on forage dry matter production. *Crop Sci.* 41:399-406.
- Oliveira, M. A., O. G. Pereira, R. Garcia, J. A. Obeid, P. R. Cecon, S. A. Moraes, P. R. Silveira. 2000. Rendimento e valor nutritivo docapim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 29:1949-1960
- Olivera, Y., L. Hernández, D. R. Cruz, W. Ramírez, J. C. Lazcano. 2010. Caracterización morfológica de accesiones de la especie *Cynodon dactylon*. *Pastos y Forrajes Matanzas.* 33:2-10.
- Pearson, C., L. Ison. 1987. *Agronomy of Grassland Systems.* 1^a ed. Cambridge University press. pp 169.

- Pedreira, C. G. S., L. E. Sollenberger, P. Mislevy. 1999. Productivity and nutritive value of "Florakirk" bermudagrass as affected by grazing management. *Agron. J.* 91:796-801.
- Pedreira, C. G. S., L. E. Sollenberger, P. Mislevy. 2000. Botanical composition, light interception, and carbohydrate reserve status of grazed "Florakirk" Bermudagrass. *Agron. J.* 92:194-199.
- Peñuñuri, M. F. J., C. G. Lizárra. 1992. Como se siembra el zacate Bermuda con semilla. *Revista Rancho. No.63. Patrocipes-SARH-GOB EDO. Sonora-UGRRS. Hermosillo Sonora. México. Disponible en: <http://www.patrocipes.org.mx/publicaciones/ranchos/RA0063.php>*
- Premazzi, L. M., F. A. Monteiro, J. E. Corrente. 2003. Tillering of Tifton 85 Bermudagrass in response to nitrogen rates and time of application after cutting. *Science Agricola*, 60:565-571.
- Prine, G., G. Burton. 1966. The effect of nitrogen rate and clipping frequency upon the yield, protein content and certain morphological characteristics of Coastal Bermuda grass (*Cynodon dactylon (L) Pers.*). *Agron. J.* 48:286-301.
- Perreta, M. y A. Vegetti 1997. Formas de crecimiento y efectos del corte en gramíneas forrajeras. *Revista FAVE. I y II*, pp.68-80.
- Pérez, B. M T., A. H. Garay, J. P. Pérez, J. G. H. Haro, R. B. Gama. 2002. Repuesta productiva y dinámica de rebrote del Ballico perenne a diferentes alturas de corte. *Téc. Pec. Méx.* 40:251-263.
- Ramírez, R. O., A. H. Garay, S. C. Silva, J. P. Pérez, J. F. E. Quiroz, A. R. Quero, J. G. H. Haro, A. C. Nuñez. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximun Jacp.*) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Téc. Pec. Méx.* 47:203-213.
- Ramírez, J. L., R. S. Herrera, I. Leonard, D. Verdecia, Y. Álvarez. 2010. Rendimiento de materia seca y calidad nutritiva del pasto *Brachiaria brizantha* x *Brachairia ruzizensis* vc. Mulato en el Valle del Cauto, Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Agrícola* 44:65-72.
- Rayburn, E. 1993. Plant growth and development as the basis of forage management. West Virginia University. Extension Service: Disponible en: <http://www.caf.wvu.edu/~forage/growth.htm>.
- Richards, J. H. 1985. Plant response to grazing: The role of photosynthetic capacity and stored carbon reserves. *Ecophysiology of rangeland plants.* pp.428-430.
- Rojas, G. A. 2011. Dinámica de crecimiento y rendimiento de forraje de diez variedades de Alfalfa. Tesis de Maestro en Ciencia. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. pp. 70.

- Romero, C., S. Alfonso, R. Medina, R. Flores. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes morfológicos del pasto Estrella (*Cynodon plectostachus*) en la zona de bajo tocujo Estado de Falcón. *Zootecnia Trop.*, 16:41-60.
- Rzedowski, G. C., J. Rzedowski, 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2^a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. pp.975-1250
- Sage, R. F., D. S. Kubien. 2007. The temperature response of C₃ and C₄ photosynthesis. *Plant Cell and Environment* 30:1086-1106.
- Saldívar, F. A. 1992. Tifton 68, El zacate del año 2000. Boletín. El pastizal. SOMMAP. pp.1-14
- Santillano, C. J. 2003. Respuesta del pasto Bermuda a la frecuencia y altura de cortes. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola. UANL-FA. Marín, N. L México. pp. 1-109.
- Santana, A. A., L. C. D. Drumond, M. F. Appelt, D. D. Moreira, F. C. Araújo, P. I. V. Good. 2012. Crescimento e composição bromatológica de Tifton 85 e vaquero em pastagens fertirrigadas. *Gl. Sci. Technol.*, Rio Verde, 5:56-68.
- Salisbury, F. B., C. W. Ross, 1992a. Fisiología de las plantas 3. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. *Bioquímica vegetal*. Ed. Paraninfo, Thomson Learning. España.
- Salisbury, F. B., C. W. Ross, 1992b. Fisiología de las plantas 2. *Bioquímica vegetal*. Ed. Paraninfo, Thomson Learning. España.
- Sierra, P. J. O. 2005. Ecofisiología de las especies forrajera 4. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. 2^a edición. Edt. Universidad de Antioquia. Medellín Colombia. pp. 1-76.
- Silveira, M. L., V. A. Haby, A. T. Leonard. 2007. Response of Coastal Bermudagrass yield and nutrient uptake efficiency to nitrogen sources. *Agron. J.* 99:707-714.
- Sollenberger, L. E. 2008. Sustainable production systems for cynodon species in the subtropics and tropics. *R. Bras. Zootec.*, 37:85-100.
- Sinclair, T. R., D. R. Jeffery, P. Mislevy, L. M. Premazzi. 2003. Growth of subtropical forage grasses under extended photoperiod during Short-Daylength Months. *Crop Sci.* 43:618-623.
- Sosa, R. E., S. H. Días, R. L. Pérez, R. R. Morones. 1998. Producción estacional de especies forrajeras perennes en monocultivo y mezcla. *Téc. Pec. Méx.* 36:59-71.

- Scarnecchia, L., M. Kothmann. 1986. Observation on herbage growth, disappearance, and accumulation under livestock grazing. *J. Range Manage.* 39:86-87.
- Smart, A. J., W. H. Schacht, E. L. Moser, J. D. Volesky. 2004. Prediction of leaf/stem ratio using near-infrared reflectance spectroscopy (nirs): a technical note. *Agron. J.* 96:316-318.
- Smith, E. V. 1960. Bermudagrass for forage in Alabama. Agricultural Experiment Station Auburn University. *Boletin.* 328 pp.22
- Stanford, R. L., R. H. White, J. P. Krausz, J. C. Thomas, P. Colbaugh, S. D. Abernathy. 2005. Temperature, nitrogen and light effects on Hybrid Bermudagrass growth and development. *Crop Sci.* 45:2491–2496.
- Swanton, C. J., J. Z. Huang, A. Shrestha, M. Tollenaar, W. Deen, H. Rahimian. 2000. Effects of temperature and photoperiod on the phenological development of Barnyardgrass. *Agron. J.* 92:1125-1134.
- Taliaferro, C. W., G. L. Williams, J. Enis, S. W. Coleman, F. T. McCollum. 1996. Performance of forage Bermudagrass varieties in Oklahoma tests, 1992–95. *Prod. Tech. Crops.* pp. 9-96
- Kiniry, J. R., B. L. Burson, G. W. Evers, J. R. Williams, H. Sánchez, C. Wade, J. W. Featherston, J. Greenwade. 2007. Coastal Bermudagrass, Bahiagrass, and Native Range Simulation at Diverse Sites in Texas. *Agron. J.* 99:450-461.
- Telford, J. P., F. P. Horn, J. E. McCroskey, D. F. Stephens, J. V. Whiteman, R. Totusek. 1975. Yield and composition of Midland Bermudagrass selected by beef cows and calves. *J. Anim. Sci.* 41:1728-1734.
- Terrazas, P. G., I. F. Báez. 2004. Rendimiento de forraje de pastos del género *Cynodon* spp con riego y pastoreo en el desierto Chihuahuense. *Téc. Pec. Mex.* pp.16-27.
- Thom, E., R. Prestidge. 1996. Use of Italian Ryegrass on seasonal dairy farms in northern New Zealand.1. Feed production and persistence. *New Zealand Journal of Agricultural Research.* 39:223-236.
- Ueno, O., Y. Yoshimura, N. Sentoku, 2005. Variation in the activity of some enzymes of photorespiratory metabolism in C₄ grasses. *Ann Botan.* 96:863-869.
- Undersander, D. J., B. W. Pinkerton. 1988. Cultivars of Bermudagrass (*Cynodon dactylon*). Disponible en: <http://www.clemson.edu/psapublishing/Pages/AGRO/forage4.pdf>
- Urbano, D. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tres gramíneas tropicales. *Rev. Fac. Agron;* 14:129-139.

- Vargas, N. J., G. I. Y. Burgon. 1996. Rendimiento y composición química de cinco variedades de zacate Bermuda en el Valle de Mexicali. Tesis Profesional para obtener el título de Ing. Agro. Zootecnista. ICA.UABC. pp.1-56
- Vargas, N. J., G. I. Y. Burgon. 2000. Variación en la producción forrajera de cinco variedades de zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*) en el Valle de Mexicali, B. C. En: Mem. III Congreso Internacional sobre Producción de Carne y leche en climas Cálidos. ICA-UABC. pp. 288-297.
- Velasco, Z. M. E., A. H. Garay, V. A. González, J. P. Pérez, H. V. Huerta, A. G. Spinola. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto Ovillo (*Dactylis glomerata* L.). Téc. Pec. Méx. 39:1-14.
- Velasco, Z. M. E., A. H. Garay, V. A. González, J. P. Pérez, H. V. Huerta. 2002. Curvas estacionales de crecimiento del ballico perenne. Rev. Fitotec. Mex. 25: 97-106.
- Velasco, Z. M. E., A. H. Garay, V. A. Gonzáles. 2005. Rendimiento y valor nutritivo de Ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. Téc. Pec. Méx. 43:274-258.
- Vendramini, J. M., L. E. Sollenberger, J. C. Dubeux, Jr. S. Interrante, R. L. Stewart, Jr. J. Arthington. 2008. Sward Management Effects on Forage Component Responses in a Production System for Early Weaned Calves. Agron. J. 100:1781-1786.
- Villiers, J., J. Ryssen. 2001. Performance responses of various ages to Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*) fertilized with various levels of nitrogen. J. Anim. Sci. 31:142-148.
- Villegas, A. Y., A. H. Garay, J. P. Pérez, C. L. Castañeda, J. G. Herrera, J. F. Quiroz, A. G. Vázquez. 2004. Patrones estacionales de crecimiento de dos variedades de Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Téc. Pec. Mex. 42:145-158.
- Wang, Z., Q. Xu, B. Huang. 2004. Endogenous cytokinin levels and growth responses to extended photoperiods for creeping bentgrass under heat stress. Crop Sci. 44:209-213.
- Woodard, K. R., L. E. Sollenberger, L. A. Sweat, D. A. Graetz, S. J. Rymph, Y. Joo. 2007. Five year-round forage systems in a dairy effluent sprayfield: Phosphorus removal. J. Environ. Qual. 36:175-183.
- Wise, R. R., A. J. Olson, S. M. Schrader, T. D. Sharkey. 2004. Electron transport is the functional limitation of photosynthesis in field-grown Pima cotton plants at high temperature. Plant. Cell and Environment. pp.1-8.
- Wu, Z., O. Skjelvag, H. Baadshaug. 2004. Quantification of photoperiodic effects on growth of *Phleum pratense*. Annals of Botany. 94:535-543.

- Xu, Z. Z., G. S. Zhou. 2004. Effects of water stress and high and nocturnal temperature on photosynthesis and nitrogen level of perennial grass *Leymus chinensis*. *Plant and Soil*. 269:131-139.
- Zárate, F. P., C. Garza, M. A. Limas, H. M. Ibarra, F. A. Saldivar, y G. A. Martínez. 1995. Producción y calidad del forraje de ocho variedades de zacate Bermuda en Tamaulipas. En: Mem. 25 Reunión de la AMPA. La Paz, Baja California Sur.