

Producción de forraje y componentes del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación

Effect of defoliation management on herbage yield in Isleño grass (*Brachiaria humidicola* CIAT 6133)

Daniel Martínez Méndez^a, Alfonso Hernández Garay^a, Javier Francisco Enríquez Quiroz^b, Jorge Pérez Pérez^a, Sergio S. González Muñoz^a, José Guadalupe Herrera Haro^a

RESUMEN

En *Brachiaria humidicola* se estudiaron tres alturas (9, 12 y 15 cm) y tres intervalos de corte (3, 4 y 5 semanas en la época de lluvias; 5, 6 y 7 semanas en nortes y seca) distribuidos en un diseño de bloques al azar en arreglo factorial 3x3 con tres repeticiones. Se midió: producción de forraje, tasa de crecimiento (TC) composición morfológica (CM), peso por tallo (PT) y densidad de tallos (DT). No hubo efecto de la interacción ($P > 0.05$) frecuencia x altura. La distribución del rendimiento fue de 79, 13 y 8 % durante las épocas de lluvias, nortes y seca, con promedio anual de 11,154 kg MS ha⁻¹. La mayor TC se obtuvo en agosto con 100 kg MS ha⁻¹ d⁻¹, y la menor en mayo, con 5 kg MS ha⁻¹ d⁻¹. La CM fue de 85, 99 y 100 % de hoja en lluvias, nortes y seca, respectivamente; en lluvias la mayor proporción de hojas (90 %) fue en cortes cada tres semanas a 9 y 12 cm de altura, en nortes y seca no hubo diferencias entre tratamientos. El mayor PT ocurrió en septiembre, con 747 mg tallo⁻¹ y el menor en mayo (80 mg tallo⁻¹). La mayor DT fue en marzo y abril, en cortes cada 5 y 6 semanas a 15 cm de altura (6,088 a 6,400 tallos m⁻²). En conclusión, la mayor producción de forraje, tasa de crecimiento y peso por tallo se concentró en la época de lluvias con cortes a 15 cm cada cinco semanas.

PALABRAS CLAVE: *Brachiaria humidicola* CIAT 6133, Tasa de crecimiento, Densidad de tallos, Intervalo de corte, Altura de corte.

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of cutting height (9, 12, and 15 cm) and frequency (3, 4, and 5 wk -rainy season- and 5, 6 and 7 wk -dry and windy seasons) a randomized block design with a 3x3 factorial arrangement and three replicates was used to study *Brachiaria humidicola* attributes: herbage accumulation, growth rate (GR), leaf mass (LM), tiller weight (TW) and tiller density (TD). No interaction effect was observed between cutting height and frequency for studied variables ($P > 0.05$). Herbage mass distribution was 79, 13, and 8% for the Rainy, Windy and Dry seasons, respectively, with an average annual herbage yield of 11,154 kg DM ha⁻¹. The highest GR (100 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) was observed in August, and the lowest (5 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) on May. Seasonal LM was 85, 99 and 100 % for the Rainy, Windy and Dry seasons, respectively; in the Rainy Season the highest ($P < 0.05$) leaf percentage (90 %) was observed in the three weeks cutting frequency at 9 and 12 cm cutting height, and no differences were detected between treatments in the Windy and Dry seasons. The highest TW was recorded on September (747 mg tiller⁻¹) and the lowest (80 mg tiller⁻¹) on May. The greatest TD was observed on March and April in the 5 and 6 wk cutting frequencies at 15 cm cutting height (6088 to 6400 tillers m⁻²). It can be concluded that the highest herbage yield, GR, and TW were observed in the Rainy Season at 5 wk cutting frequency and 15 cm cutting height.

KEY WORDS: *Brachiaria humidicola*, Growth rate, Tiller population density, Cutting height, Cutting frequency.

El género *Brachiaria* incluye cerca de 100 especies distribuidas en las regiones tropicales del mundo,

The genus *Brachiaria* includes around of 100 species distributed throughout the tropics, showing

Recibido el 22 de mayo de 2007. Aceptado para su publicación el 25 de febrero de 2008.

^a Colegio de Postgraduados. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Programa de Ganadería. Tel-Fax: (595) 952-02-00 extensión 1709. e-mail: hernan@colpos.mx

^b Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). CIR Golfo Centro. Sitio Experimental Papaloapan. Tel-Fax: (281) 87 2-16-82. e-mail: enriquez.javier@inifap.gob.mx. correspondencia al tercer autor.

con diferencias morfológicas y fenológicas. Algunas especies de este género se utilizan en las regiones tropicales de Centro y Sudamérica⁽¹⁾, por su capacidad de adaptarse a suelos ácidos de baja fertilidad con un contenido alto de aluminio, bajos en calcio y fósforo⁽²⁾.

En México hay 2.6 millones de ha sembradas con varias especies del género *Brachiaria*⁽³⁾; las más utilizadas son *B. brizantha* (A. Rich) Stapf, cv. Insurgente, *B. decumbens* Stapf, cv. Chontalpo o Señal y *B. humidicola* (Rendle) Schweick cv. Chetuma⁽⁴⁾. El pasto Isleño (*B. humidicola* CIAT 6133) es una de las especies de este género con mayor producción de forraje y semilla, tolerante a la mosca pinta, resistente al pastoreo^(5,6,7) y una cobertura del suelo de más del 90 %⁽⁸⁾, sus contenidos de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* son de 8.2 y 64.7 % en la época de lluvias y 7.2 y 60.9 % en la época seca, a los 35 días de rebrote⁽⁹⁾. En la región costera del Golfo de México y la península de Yucatán, el crecimiento de las plantas está definido por tres épocas del año: 1) época de lluvias, de junio a octubre, cuando la precipitación y temperatura favorecen el crecimiento de las plantas; 2) época de nortes, de noviembre a febrero, disminuye el crecimiento de la mayoría de las especies forrajeras debido a la alta nubosidad y baja temperatura; 3) época seca, de marzo a mayo, la productividad de las plantas disminuye drásticamente debido a la escasez de lluvia^(5,10,11).

La defoliación provoca modificaciones en el crecimiento de las plantas y reajuste en el metabolismo para promover nueva área foliar y reestablecer su capacidad fotosintética^(12,13). La frecuencia y altura de corte influyen en la estructura del dosel de una pradera y afectan la relación hoja/tallo, tasa de crecimiento, población de tallos, tasa de expansión foliar y la remoción de meristemas apicales, variables relacionadas con la producción y calidad del forraje^(14,15,16); además de incidir en la longevidad de las plantas, al afectar los carbohidratos de reserva de las plantas. La altura de corte también está asociada con la cantidad de follaje y yemas remanentes, las cuales tienen un efecto directo en el rebrote⁽¹⁷⁾. Los sitios de almacenamiento de los carbohidratos de reserva

morphologic and phenologic differences. Some species from this genus are used as forage in the tropical areas of Center and South America⁽¹⁾ owing to their ability to adapt themselves to low fertility acid soils with high aluminum concentration and low phosphorous and calcium content⁽²⁾.

In Mexico about 2.6 million ha are planted with species of this genus⁽³⁾, being *B. brizantha* (A. Rich) Stapf, cv. Insurgente, *B. decumbens* Stapf, cv. Chontalpo or Señal and *B. humidicola* (Rendle) Schweick cv. Chetuma⁽⁴⁾ the most common. Isleño grass (*B. humidicola* CIAT 6133) is one of the species which yield more forage and seed, being tolerant to spittlebug, showing good persistence in grazing conditions^(5,6,7) and providing very good soil coverage (90 %)⁽⁸⁾, with a crude protein and *in vitro* digestibility values of 8.2 and 64.7 %, respectively, in the Rainy season and 7.2 and 60.9 % in the Dry season, respectively, after 35 d regrowth⁽⁹⁾ have been recorded.

In the Gulf of Mexico coast and the Yucatan peninsula, plant growth show differences between the rainy, dry and windy seasons. During the rainy season, from June to October the adequate temperature and moisture provides better growing conditions, the windy season, from November to February, shows, less growth due to lower temperature and greater cloud coverage and in the dry season, from March to May, plant growth drops drastically due mainly to lack of rain^(5,10,11).

Defoliation causes changes in both plant growth and metabolism, promoting new leaf area and reestablishing photosynthetic capacity^(12,13). Cutting height and frequency affect sward canopy, leaf: stem ratio, growth rate, tiller population density, leaf expansion rate and removal of apical meristems, variables which affect forage production and quality^(14,15,16). In addition, plant longevity is affected as carbohydrate plant reserves are upset. Cutting height is also associated to remaining foliage and buds, which have a direct effect on regrowth⁽¹⁷⁾. Reserve carbohydrates are stored in rhizomes and in the base of stems, regrowth uses these reserves until the plant develops enough foliar area which increases the growth rate due to

son la base de los tallos y los rizomas; el rebrote utiliza inicialmente estas reservas hasta que la planta forma suficiente área foliar la cual acelera el crecimiento a través del proceso activo de fotosíntesis⁽¹⁸⁾. El rendimiento de materia seca (MS) de una pradera aumenta con la edad del rebrote y menor intensidad de cortes^(17,19,15). Así, en pasto Guinea cv 280, cosechado a 4, 6, 8 y 10 semanas, durante la estación de crecimiento, se obtuvo un rendimiento de forraje de 10.5, 12.8, 13.5 y 14.5 t MS ha⁻¹⁽²⁰⁾. La tasa de crecimiento también aumenta significativamente con la edad del rebrote; en *B. decumbens* se obtuvieron 37 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ a los 21 d y de 62.3 kg MS a los 56 d, en la época de mayor precipitación⁽¹⁸⁾. El rendimiento del forraje también se incrementa al disminuir la altura de corte, hasta un nivel intermedio, por ejemplo en buffel se encontró que alturas de 10 cm al corte produjeron más biomasa que cuando el pasto fue cosechado a 5 y 20 cm⁽²¹⁾. En pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) en la región templada la producción de MS con pastoreos ligeros fue 43 % mayor que en pastoreos severos, y en *Poa pratensis* L. la diferencia fue 17 %, favoreciendo al régimen de pastoreo ligero⁽²²⁾. La disminución en el rendimiento del forraje, por efecto de una defoliación severa, se debe a que disminuyen la densidad, peso y longevidad de los tallos, el índice de área foliar y la reserva de carbohidratos^(21,23).

La variación estacional de la producción de forraje en las praderas es consecuencia de los cambios en la población de tallos, el peso de éstos y de una combinación de ambos^(24,25). Dado que la tasa de aparición y muerte de tallos varía en el año y por el manejo de la defoliación, el conocimiento de los cambios mensuales en densidad y peso de los tallos puede ser un factor que permita mejorar la productividad estacional y persistencia de las diferentes especies que integran una pradera⁽²²⁾. Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la frecuencia y altura de corte en el rendimiento y capacidad de rebrote del pasto Isleño *B. humidicola* CIAT 6133.

El estudio se realizó en el Sitio Experimental Papaloapan del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado

photosynthesis⁽¹⁸⁾. Dry matter (DM) yield in a pasture increases with regrowth age and lower cutting intensity^(15,17,19). Like this, in Guinea Grass cv 280, harvested at 4, 6, 8 and 10 wk in the growth season, forage yield was 10.5, 12.8, 13.5 and 14.5 t DM ha⁻¹⁽²⁰⁾, respectively. Growth rate increases significantly with regrowth age; in *B. decumbens*, yields of 37 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ and of 62.3 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ were recorded at 21 and 56 d regrowth, respectively, in the rainy season⁽¹⁸⁾. Forage yield increases also when cutting height decreases, up to an intermediate level, for example in Buffel Grass greater yields were obtained at 10 cm height than at 5 or 20 cm⁽²¹⁾. In Orchard Grass (*Dactylis glomerata* L.) in temperate areas DM yield was 43 % with light grazing than with intense grazing pressure and in *Poa pratensis* L. the difference was 17 %⁽²²⁾. Decrease in forage yield owing to severe defoliation, is due to the fact that stem density, weight and longevity decreases as well as leaf area and carbohydrate reserves^(21,23). Seasonal variation in herbage production depends on changes in tiller population density, tiller weight and a combination of both^(24,25). As tiller appearance and mortality rates change throughout the year and because defoliation management can affect growth, monthly changes in tiller density and weight could be a factor which could allow yield increase and persistence of the different species present on the sward⁽²²⁾. For that reason, the objective of the present study was to assess the effect of cutting height and frequency on both yield and regrowth capacity of Isleño Grass *B. humidicola* CIAT 6133.

This study was carried out at INIFAP's Papaloapan Experiment Site, located at km. 66 Cd. Aleman - Sayula highway, municipality of Isla, Veracruz, Mexico, to 18 ° 06' N and 95° 32' W and 65 m altitude. Climate in this site is classified as Aw₀⁽²⁶⁾, the driest of the hot sub-humid climates, with 1,000 mm annual rainfall, mainly in Summer and 25.7 °C mean annual temperature. Soils are classified as ortic acrisols with loamy texture, 4.0 to 4.7 pH, low in organic matter, nitrogen, calcium and potassium and intermediate to high phosphorous and magnesium content⁽⁶⁾. The experiment was carried out in an Isleño Grass paddock established in 1988

en el km 66 de la carretera Cd. Alemán-Sayula, en el municipio de Isla, Veracruz; a 18° 06' N y 95° 32' O, a una altitud de 65 m. El clima es Aw₀⁽²⁶⁾, el más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano, precipitación anual promedio de 1000 mm, y temperatura media anual de 25.7 °C. El suelo es acrisol órtico de textura franco arenosa, con pH de 4.0 a 4.7, pobre en materia orgánica, nitrógeno, calcio y potasio y con un contenido medio a alto de fósforo y magnesio⁽⁶⁾. El experimento se realizó en una pradera de pasto Isleño (*B. humidicola* CIAT 6133) establecida en 1988, sometida a diferentes manejos; se seleccionó una superficie de 300 m² y se dividió en 27 parcelas experimentales de 2.0 x 1.5 m². Las evaluaciones se iniciaron en junio de 2004 y terminaron en mayo de 2005. Se evaluó la combinación de tres intervalos y tres intensidades o alturas de corte; los intervalos de corte fueron 3, 4 y 5 semanas en la época de lluvias y 5, 6 y 7 semanas en la época de nortes y seca; las alturas de corte fueron a 9, 12 y 15 cm. En cada parcela experimental se cortó una muestra de pasto en una superficie de 1.0 m². Se pesó el forraje en verde y se tomó una submuestra de 100 g, la cual se separó en hojas (lámina foliar) y seudotallos. Estos componentes se secaron por separado en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 48 h, y se pesaron. El rendimiento de forraje se agrupó de manera estacional y total anual, que resultó de la suma del forraje por época y total recolectado en cada corte.

La tasa de crecimiento se calculó en cada corte con la siguiente fórmula:

$$TC = \frac{FC}{T2 - T1}$$

Donde: TC=tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹); FC=forraje cosechado a cada frecuencia y altura (kg MS ha⁻¹); T2 - T1=intervalo de tiempo entre los dos cortes (días).

Antes de realizar el corte en cada una de las repeticiones, se seleccionaron al azar y cortaron 10 tallos a ras de suelo, los cuales se secaron a 55 °C hasta peso constante, y posteriormente se pesaron. El peso por tallo (PT) se calculó dividiendo el

and subject to different management throughout its life. A 300 m² area was selected and divided into twenty-seven 2.0 x 1.5 m experimental plots. Data collection began on June 2004 and ended on May 2005. A combination of three cutting frequencies (3, 4 and 5 wk during the rainy season and 5, 6 and 7 wk in both the windy and dry seasons) and three cutting heights (9, 12 and 15 cm) were evaluated. In each experimental plot a 1.0 m² sample was cut. Herbage mass was weighed and a 0.1 kg sub-sample was taken and separated by leaves and stems. Each component was dried in a forced air stove at 55 °C for 48 h and weighed. Herbage yield data were grouped by season and annually.

The growth rate was estimated through the following equation:

$$GR = \frac{HH}{T}$$

Where: GR=growth rate (kg DM ha⁻¹ d⁻¹); HH=herbage harvested in each cutting frequency and height (kg DM ha⁻¹); T=days between cuts (d).

Before cutting a sample, in each of the replicates, 10 tillers were chosen randomly and cut to ground level, then dried at 55 °C until constant weight and subsequently weighed. Weight of each tiller was estimated by dividing by 10 the total weight. At the starting point of this study (May 30, 2004), a 20 cm diameter plastic cylinder was placed at ground level in each plot. All Isleño Grass tillers inside this cylinder were tagged and counted with colored 0.5 cm diameter 1 cm long plastic straws. Dead and alive tillers were counted every four weeks, new tillers were identified with a different color in each evaluation, and with these data, monthly tiller density was estimated (TD). Data analysis was performed through a randomized block design with a 3x3 factorial arrangement and three replicates using PROC GLM and PROC MIXED and applying Tukey's means test and standard error of the mean⁽²⁷⁾. Data corresponding to morphologic structure, expressed as a percentage, were transformed through the arc sine function⁽²⁸⁾.

Temperature and rainfall data recorded during the study are shown in Figure 1. Total rainfall during

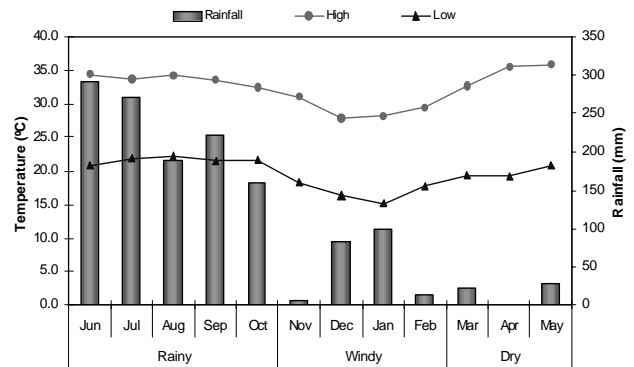
peso total entre los 10 tallos. Al inicio del estudio (30 de mayo) se fijó a ras de suelo un cilindro de plástico de 20 cm de diámetro por repetición. Todos los tallos de pasto Isleño dentro de cada cilindro fueron marcados y contados, para ello se usaron popotes de plástico de colores (0.5 cm diámetro; 1 cm largo). Los tallos vivos y muertos se registraron cada cuatro semanas; los tallos nuevos, se marcaron con un color diferente en cada evaluación; con estos datos se calculó la densidad mensual de tallos (DT). El análisis de los datos se hizo mediante un diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial 3x3 usando PROC GLM y PROC MIXED y prueba de medias de Tukey, así como el error estándar de la media⁽²⁷⁾. Los datos de composición morfológica, expresados en porcentaje, se transformaron con la función arco seno⁽²⁸⁾.

Los resultados de temperatura y precipitación ocurrida durante el experimento se muestran en la Figura 1. La precipitación total fue 1384 mm, la cual fue superior al promedio de la localidad en 38 %⁽⁶⁾ y también hubo un ligero incremento en la temperatura media anual al pasar de 25.7 a 26 °C durante el periodo de estudio. La distribución de la precipitación fue 82 % en la época de lluvias (junio a octubre), 14.5 % en nortes (noviembre a febrero) y 3.5 % en la estación seca (marzo a mayo).

Para la producción de forraje no hubo efecto de interacción ($P > 0.05$) entre intervalo y altura de corte en todas las épocas del año y en el rendimiento total anual (Cuadro 1). Independientemente del intervalo y altura de corte, la distribución estacional de la producción de forraje fue: 79 % en lluvias, 13 % en nortes y 8 % en seca para un promedio total acumulado de 11,154 kg MS ha⁻¹. La mayor producción en la época de lluvias, se debe a que hubo condiciones ambientales adecuadas tanto de precipitación y temperatura para el crecimiento de las plantas^(5,6,11). La distribución de la precipitación en el año influye en la producción de forraje en cada época, esto se debe a que existe una alta correlación entre la cantidad de lluvia y la producción de forraje⁽²⁹⁾. Con excepción de la época seca, el intervalo de corte a 5 semanas registró el

Figura 1. Características climáticas durante el periodo de estudio (junio 2004 a mayo 2005), en el Campo Experimental Papaloapan, Isla, Veracruz.

Figure 1. Climate characteristics throughout the study period (June 2004 - May 2005), at Papaloapan Research Station, Isla, Veracruz, Mexico.



the study period was 1,384 mm, 38 % over average⁽⁶⁾ and the mean annual temperature was also a bit higher than average (26.0 °C vs 25.7 °C). Rainfall distribution was 82 % in the rainy season, 14.5 % in the windy season and 3.5 % in the dry season.

No interaction effect was found in herbage production between cutting height and frequency ($P > 0.05$) in all seasons and for total annual yield (Table 1). Irrespective of cutting frequency and height, seasonal distribution of herbage production was 79 % in the rainy season, 13 % in the windy season and 8 % in the dry season with an 11,154 kg DM ha⁻¹ average accumulated total. The greater herbage production in the rainy season can be explained because better growing conditions were present in this season than in the others, due to a positive correlation between rainfall and herbage production⁽²⁹⁾. With the exception of the dry season, the 5 wk cutting frequency recorded the highest ($P < 0.05$) herbage yield (1,066 kg DM ha⁻¹), and for the other two seasons and the total annual yield no differences were found between cutting frequencies. Relative to cutting height, the greatest seasonal and annual herbage yield was obtained at 15 cm, and no differences between the 9 and 12

Cuadro 1. Producción estacional y anual de forraje en *B. humidicola* CIAT 6133 a diferentes intervalos y alturas de corte (kg MS ha⁻¹)Table 1. Seasonal and annual herbage yield distribution in *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 swards harvested at different cutting frequencies and heights (kg DM ha⁻¹)

	Seasonal yield			Annual yield
	Rainy	Windy	Dry	
Cutting frequency				
1	8,061 (3) ¹	1,583 (5)	1,066 (5)	10,710
2	9,018 (4)	1,427 (6)	724 (6)	11,169
3	9,362 (5)	1,447 (7)	773 (7)	11,583
Significance	NS	NS	**	NS
Cutting height (cm)				
9	7,824	1,166	809	9,799
12	7,737	1,274	726	9,737
15	10,880	2,017	1,029	13,926
Average	8,814	1,486	855	11,154
EEM	709	187	89	945
Significance	**	**	**	**

¹Numbers in brackets specify cutting frequency weeks.

EEM = Standard Error of the mean.

NS = non significant; * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.001$.

mayor ($P < 0.05$) rendimiento de forraje (1,066 kg MS ha⁻¹), para las otras dos épocas y el rendimiento total anual no hubo diferencias entre frecuencias de corte.

Con respecto a la altura de corte, el mayor rendimiento total y estacional ($P < 0.05$) ocurrió al cosechar a 15 cm, sin diferencias entre 9 y 12 cm. Estos resultados difieren de los reportados por otros autores^(17,30), quienes observaron un mayor efecto de la frecuencia de corte en el rendimiento del forraje y un menor efecto de la altura de corte en pastos tropicales. Aumentar en dos semanas el intervalo de corte en la época de nortes, no favoreció la producción del forraje, ya que no hubo diferencias entre tratamientos, debido probablemente a que el crecimiento fue afectado por efecto de las bajas temperaturas propias de esta época (Figura 1). Para la época seca, se mostraron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos, en donde se encontró que la mayor producción ocurrió cuando el forraje se cortó cada cinco semanas, aunque la baja disponibilidad de agua en la época seca se reflejó en el menor

cm cutting heights were found. These results differ with other studies reported from other authors^(17,30), who observed a greater effect of cutting frequency and a lower effect of cutting height in herbage yield in tropical grasses.

In the dry season, significant differences ($P < 0.05$) were found between treatments, and the greater production was observed in the 5 wk cutting frequency, although low soil moisture availability in this season impacted yield respect of the other two seasons^(31,32,33). In the dry season, significant differences ($P < 0.05$) were found between treatments, and the greatest herbage production was observed in the 5 wk cutting frequency, although low soil moisture availability in this season affected herbage yield respect of the other two seasons^(31,32,33). In every season, the greatest herbage production was recorded at the highest cutting height; similar results were reported by other authors^(14,22,34), who mention that herbage yield increases with cutting height up to a certain limit, because of a better regrowth rate due to an increase

rendimiento entre épocas^(31,32,33). En todas las épocas del año, la más alta producción de forraje fue para la mayor altura de corte, lo cual es similar a lo reportado por diversos autores^(14,22,34), quienes señalan que la producción de forraje se incrementa con la altura de corte hasta ciertos límites, ya que se obtiene una mayor tasa de rebrote, debido al incremento en la tasa de fotosíntesis de las hojas, al disponer de una alta cantidad de forraje residual, que favorece un crecimiento inicial rápido de las hojas.

Con relación a la tasa de crecimiento (TC), los resultados se presentan en el Cuadro 2, en donde se observa que no hubo interacción ($P < 0.05$) entre intervalo y altura de corte. La TC se incrementó conforme avanzó la época de lluvias hasta un máximo de 70 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ en agosto, disminuyó a 9 kg en enero (época de nortes), y fue mínima en mayo (5 kg). En las épocas de lluvias (junio, agosto y octubre) y nortes (noviembre, diciembre y enero), no hubo efecto ($P > 0.05$) del intervalo de corte sobre la TC; en la época seca la mayor TC ($P < 0.01$) se obtuvo con cortes cada 5 semanas, seguida en orden descendente por la frecuencia de

in photosynthesis rate of the leaves, whose initial growth is favored by the presence of plenty residual herbage mass.

Results relative to growth rate (GR) are shown in Table 2. No interaction effect was found between cutting frequency and height ($P > 0.05$). Growth rate increased during the rainy season until reaching 73 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ on August and then dropped to 9 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ during January (windy season) and was lowest (5 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) on May. In the rainy and windy seasons the greatest GR was found in the 5 wk cutting frequency ($P < 0.01$), following in decreasing order by the 7 and 6 wk (Table 2). Similar results were reported for 16 *Brachiaria spp* ecotypes⁽⁶⁾. They reported similar GRs for 4 and 8 wk regrowth in the rainy season (72 and 73 kg) and in the windy season (7 and 5 kg). However, in the dry season, GR in those studies was higher than the one obtained in the present study and increased as the regrowth period increased from 4 to 8 wk (27 and 53 kg).

Morphologic structure (MS) of herbage harvested varied significantly ($P < 0.05$) between seasons due

Cuadro 2. Tasa de crecimiento mensual en *B. humidicola* CIAT 6133 a diferentes intervalos y alturas de corte (kg MS ha⁻¹ d⁻¹)

Table 2. Monthly growth rate distribution in *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 swards harvested at different cutting frequencies and heights (kg DM ha⁻¹ d⁻¹)

	2004					2004 - 2005							
	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	
IC						IC							
3	52	60	65	50	37	5	20	10	10	14	20	10	4
4	53	75	70	59	37	6	19	10	8	10	10	9	5
5	62	68	76	58	43	7	20	11	8	10	14	7	4
Significance	NS	*	NS	*	NS	NS	NS	NS	***	***	*	**	
Cutting height (cm)													
9	47	60	63	52	34	15	8	7	10	14	8	4	
12	46	59	60	52	36	18	9	7	9	13	7	4	
15	74	85	88	63	46	26	15	13	14	17	11	6	
EEM	5.3	6.3	6.7	6.7	3.9	2.4	1.5	1.6	1.1	1.5	1.2	0.6	
Significance	***	***	***	*	**	***	***	***	***	**	*	**	

IC= Cutting frequency (weeks); EEM = Standard error of the mean.

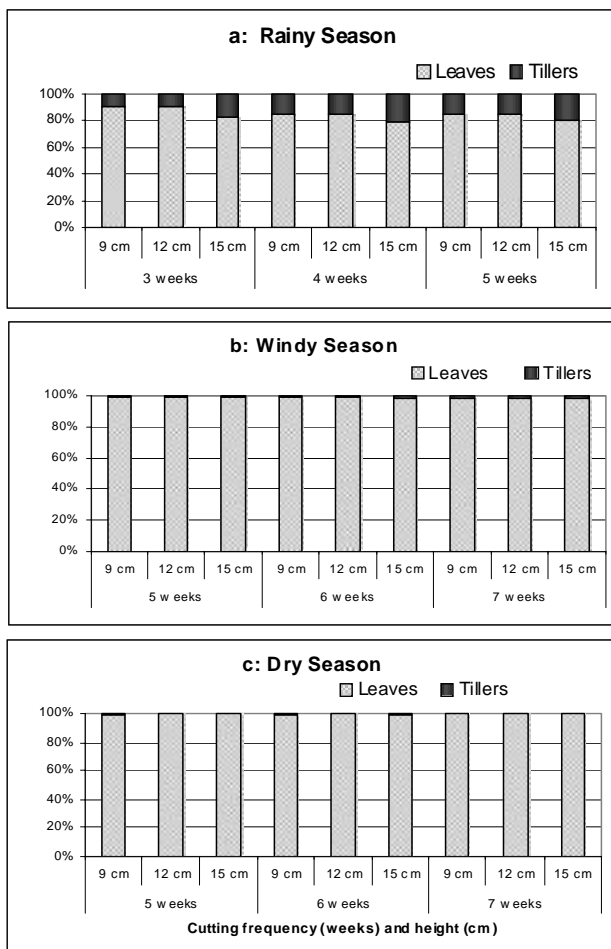
NS = non significant; * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.001$.

7 y 6 semanas. Similares resultados han sido reportados en 16 ecotipos de *Brachiaria* spp⁽⁶⁾; Los autores reportan TC semejantes a edades de rebrote de 4 y 8 semanas en las épocas de lluvias (72 y 73 kg) y nortes (7 y 5 kg); sin embargo, en la época seca la TC fue mayor a la de este estudio y aumentó con la edad del rebrote de 4 a 8 semanas (27 y 53 kg).

La composición morfológica (CM) del forraje cosechado varió significativamente ($P < 0.05$) entre

Figura 2. Composición morfológica de *B. humidicola* CIAT 6133 a diferentes intervalos y alturas de corte en las épocas de: a: lluvias, b: nortes y c: seca

Figure 2. *B. humidicola* CIAT 6133 morphologic structure at different cutting frequencies and heights in a: Rainy season, b: Windy season and c: Dry season



to cutting frequency and height, but no interaction effect between frequency and cutting height was observed. In the rainy season the lowest leaf percentage was observed (85 %), and in the windy and dry seasons practically all herbage yield came from leaves with 99 and 100 %, respectively, due to weather stress which results in a low growth rate and therefore tillers did not have enough time for development. In the rainy season the highest leaf percentage was obtained at the 3 wk cutting frequency (88 %), dropping to 84 and 83 % at the 4 and 5 wk cutting frequencies, respectively. Regarding to cutting height, a similar leaf percentage was obtained at the 9 and 12 cm cutting heights (87 %) and lower (81 %) when clipped to 15 cm (Figure 2). In the windy season, only at the 7 wk cutting frequency a very small percentage of stems (2 %) was obtained. This response matches findings of other studies^(20,29,35), whose authors pointed out that the leaf proportion of the herbage harvested decreases with regrowth age, owing to a greater stem percentage in response to favorable growing conditions (rainy season) and also to the fact that stem elongation is inhibited by low temperatures and stress produced by water scarcity.

In tiller weight (TW) no significant interaction effect was found between cutting interval and cutting height (Cuadro 3), but there was a significant effect between cutting frequency and tiller weight ($P < 0.05$). The greater TWs were found between June and October 2004 (357 to 517 mg tiller⁻¹), corresponding to the rainy season, when the higher GRs are recorded and decreased in the windy season (November to February) to 283 to 203 mg tiller⁻¹. An increase in TW was found when the cutting interval increased, like this, as cutting height increases, tiller weight also increases ($P < 0.05$). The reduction in tiller weight coincides with an increase in tiller density (Table 4), and it was similar to what is reported in other studies^(16,23) which also mention that tiller weight is higher with less frequent cuts⁽³⁶⁾.

Monthly tiller density (TD) changes are shown in Table 4. No interaction effect between cutting interval and height was found. In the course of the

Cuadro 3. Peso por tallo (mg tallo⁻¹) en *B. humidicola* CIAT 6133 a diferentes intervalos y alturas de corte

Table 3. Monthly changes in tiller weight (mg tiller⁻¹) of *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 swards harvested at different cutting frequencies and heights

	2004				2004 - 2005					
	Jun	Jul	Sep	Oct	Nov	Dec	Feb	Apr	May	
IC					IC					
3	269	306	392	249	5	230	171	170	196	117
4	360	469	537	336	6	273	196	205	267	167
5	442	504	622	596	7	342	242	242	218	136
Significance	**	**	**	**	**	*	**	**	*	*
Cutting height (cm)										
9	318	342	440	329		213	160	172	190	107
12	293	399	483	362		276	202	185	220	120
15	460	538	628	489		357	247	261	270	193
EEM	39	50	44	37		26	27	12	15	19
Significance	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

IC= Cutting frequency (weeks); EEM = Standard error of the mean.

NS = non significant; * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.001$.

épocas del año por efecto del intervalo y altura de corte, pero no hubo interacción ($P > 0.05$) frecuencia por altura de corte. En la época de lluvias se presentó la menor proporción de hojas (85 % de hojas); en las épocas de nortes y seca el forraje producido provino principalmente de las hojas con 99 y 100 %, lo que se puede deber, a que en las épocas de estrés climático, el lento crecimiento sólo permitió la cosecha del escaso rebrote constituido principalmente por hojas. En el periodo de lluvias la mayor ($P < 0.05$) proporción de hojas se obtuvo al cosechar cada 3 semanas (88 % hoja), disminuyendo a 84 y 83 % al cortar cada 4 y 5 semanas. Respecto a las alturas de corte, hubo un porcentaje de hoja similar a las alturas de 9 y 12 cm (87 % hoja) y menor a 15 cm de altura (81 % hoja) (Figura 2). Durante la época de nortes, sólo hubo una ligera producción de tallos a la frecuencia de siete semanas (2 % tallo), respuesta congruente con otros estudios^(20,29,35), en donde se señala que la proporción de hojas en el forraje cosechado disminuye al aumentar la edad del rebrote, debido a un mayor crecimiento del tallo, cuando hay condiciones ambientales favorables para el crecimiento de las plantas (época de lluvias); y la elongación del tallo es inhibida por las bajas

experiment a continued increase in tiller density was observed for all cutting frequencies and heights from December to March and a decrease from May onwards. Irrespective of cutting frequency and height, a pick on tiller emergence was observed on October although the highest TD was recorded on March and April, and it was greatest when plants were harvested more frequently ($P < 0.05$). Except on September, significant differences were found between cutting frequencies ($P < 0.05$); the lowest TD was observed in the 5 wk cutting frequency during the rainy season and every 7 wk in windy and dry seasons, without differences between the 3 and 4 wk cutting frequencies in the rainy season and in the 5 and 6 wk cutting frequencies in windy and dry seasons.

Differences were found only between cutting heights on May and June 2005 ($P < 0.05$), and the highest tiller density was obtained at the highest cutting height. Similar results were reported by Lemaire⁽¹³⁾ who mentions that TD increases with frequent clipping when foliar tissue is partially removed, owing to a lower competition for light, while less frequent clipping modify plant architecture and competition for light increases, thus decreasing

temperaturas y por el estrés provocado por el déficit de agua.

El efecto de la interacción entre intervalo y altura de corte no fue significativo en el peso por tallo (Cuadro 3), pero sí ($P < 0.05$) el de frecuencia y altura de corte. Los mayores pesos se observaron en los meses de junio a octubre del 2004 (357 a 517 mg tallo⁻¹), periodo correspondiente a la estación de lluvias, cuando se presentan las mayores TC, y disminuyó en la época de nortes (noviembre a febrero) con pesos de 282 a 203 mg tallo⁻¹. Se observó un incremento en el peso por tallo al aumentar el intervalo de corte; de esta misma forma, se constató que a medida que aumenta la altura de corte se incrementa el peso por tallo ($P < 0.05$). La reducción del peso por tallo coincide con el aumento en la densidad de tallos (Cuadro 4) y fue similar a lo encontrado en otros estudios^(16,23), en donde se consigna que cuando el número de tallos por unidad de área aumenta su peso decrece; y el peso por tallo es mayor con cortes menos frecuentes⁽³⁶⁾.

En el Cuadro 4 se presentan las variaciones mensuales en la densidad de tallos (DT). No hubo efecto de interacción intervalo por altura de corte. Durante el experimento hubo un incremento

TD. Results obtained in the present study for cutting height are similar to those reported by Carlassare and Karsten⁽²²⁾ for *Poa pratensis* who mention that no effect of cutting height was observed in tiller density.

It can be concluded that the greatest herbage production was obtained by clipping at a 15 cm height in the three seasons, and seasonal distribution recorded was 79, 13 and 8 % for the rainy, windy and dry seasons, respectively. The highest leaf content was recorded with harvest at 9 and 12 cm cutting height every 3 wk in the rainy season. During the windy and dry seasons the herbage production was practically all leaves, irrespective of cutting frequency and height. Except in the dry season, where the greater yield was found in the 5 wk cutting interval, no differences, either seasonal or annual were found between cutting intervals. Tiller weight increased with both cutting height and regrowth age. On the other hand, when tiller weight decreased, tiller density increased. Cutting frequency affected the tiller density, which was lower when cutting interval increases.

End of english version

Cuadro 4. Densidad de tallos (tallos m⁻²) en *B. humidicola* CIAT 6133 a diferentes intervalos y alturas de corte

Table 4. Monthly changes in tiller population density (tillers m⁻²) of *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 swards harvested at different cutting frequencies and heights

	2004						2004 - 2005								
	May 30	Jun 28	Jul 26	Aug 28	Sep 21	Oct 18	Nov 29	Dec 24	Jan 11	Feb 16	Mar 16	Apr 6	May 6	Jun 8	
IC							IC								
3	2923	3166	3323	3326	3436	4274	5	3833	4185	4617	5339	695	5684	5157	4195
4	3557	3778	3675	3547	3213	4071	6	4004	4143	4666	5405	5749	5662	5257	4168
5	2279	2392	2851	2665	2991	3340	7	3059	3255	3573	4134	4452	4428	3997	3172
Significance	**	***	**	**	NS	**	**	**	**	*	*	*	*	*	*
Cutting height (cm)															
9	2772	2807	3184	3138	3184	3738		3365	3642	4000	4562	4843	4689	4212	3246
12	2811	3142	3257	3111	3273	3935		3565	3815	4231	4859	5236	5209	4655	3534
15	2938	3138	3261	3153	3184	3946		3827	4019	4481	5290	5648	5725	5375	4635
EEM	306	228	182	256	259	261		266	298	356	432	479	475	464	403
Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	**

IC= Cutting frequency (weeks); EEM= Standard error of the mean.

NS = non significant; * $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.001$.

continuo de la población de tallos, en todas las frecuencias y alturas de corte, de diciembre a marzo, y una disminución a partir de mayo. Independientemente de la frecuencia y altura de corte, en todos los tratamientos se registró un pico en la aparición de tallos durante octubre, aunque la mayor densidad de tallos ocurrió de marzo a abril, y esta fue mayor al cosechar a un menor intervalo ($P < 0.05$). A excepción de septiembre, se registraron diferencias ($P < 0.05$) entre frecuencias durante el periodo de estudio, la menor densidad de tallos se registró al cosechar cada 5 semanas en lluvias y cada 7 semanas en nortes y seca, sin diferencias entre los cortes de 3 y 4 semanas en lluvias y 5 y 6 semanas en nortes y seca. Entre alturas de corte sólo hubo diferencias ($P < 0.05$) durante mayo y junio del 2005, con la altura menos severa se tuvieron las mayores densidades de tallos. Estos resultados son congruentes con lo observado por Lemaire⁽¹³⁾, quien menciona que la densidad de tallos aumenta con cortes frecuentes y al remover sólo una parte del tejido foliar, debido a una menor competencia por luz, mientras que cortes poco frecuentes e intensos modifican más la arquitectura de la planta y hay mayor competencia por luz, por lo que disminuye la densidad de tallos. En las alturas de corte, los resultados obtenidos en este estudio, son similares a los reportados por Carlssare y Karsten⁽²²⁾ en *Poa pratensis* en el que no hubo efecto de la altura de corte sobre la densidad de tallos.

Se concluye que la mayor producción de forraje se obtuvo al cosechar a 15 cm de altura en las tres épocas del año, donde la producción tuvo una distribución estacional del 79, 13 y 8 % en las épocas de lluvias, nortes y seca. La mayor cantidad de hoja se presentó al cortar el forraje a 9 y 12 cm de altura cada tres semanas en la época de lluvias; en nortes y seca el forraje producido fue casi 100 % hoja, independientemente del intervalo o, altura de corte. Con excepción de la época de seca, donde el intervalo de corte a cinco semanas presentó el mayor rendimiento, no se registraron diferencias en rendimiento total y estacional entre intervalos de corte. El peso por tallo se incrementó con la edad del rebrote y altura de corte; en contraste al disminuir el peso por tallo, aumentó la densidad

de tallos. La frecuencia de corte afectó la densidad de tallos, la cual fue menor al aumentar el intervalo entre cortes.

LITERATURA CITADA

1. Keller-Grein G, Maass LB, Hanson J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collections. In: Miles JW *et al* editors. *Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement*. CIAT and Embrapa. CIAT publication 259, Cali, Colombia. 1996;16-42.
2. Rao, IM, Kerridge CP, Macedo MCM. Nutritional requirements of *Brachiaria* and adaptation to acid soils. In: Miles JW *et al* editors. *Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement*. CIAT and Embrapa. CIAT publication 259, Cali, Colombia. 1996;53-71.
3. Argel PJ. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Tampico, Tamaulipas, México. 2005;42-50.
4. Enríquez QJF, Meléndez NF, Bolaños AED. Tecnología para la Producción y Manejo de Forrajes Tropicales en México. INIFAP CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro técnico No. 7. Veracruz, México. 1999.
5. Ayala A, Basulto J. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en la región oriental de Yucatán, México. *Pasturas Tropicales* 1992;4(1):36-40.
6. Enríquez QJF, Romero MJ. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla, Veracruz. *Agrociencia* 1999;3:141-148.
7. Enríquez QJF, Quero CAR, Hernández GA. Rendimiento de semilla e índice de llenado de grano en diversos ecotipos de tres especies del género *Brachiaria*. *Téc Pecu Méx* 2005;43(2):259-273.
8. Argel PJ, Keller-Grein G. Regional experience with *Brachiaria* tropical America-humid lowlands. In: Miles JW *et al* editors. *Brachiaria: Biology, agronomy, and improvement*. CIAT and Embrapa. CIAT publication 259, Cali, Colombia. 1996;205-224.
9. Villareal M, Pastora D, Brizuela E. Evaluación de gramíneas forrajeras bajo pastoreo en pequeñas parcelas. *Pasturas Tropicales* 1994;16(3):9-16.
10. Meléndez NF, González MJA, Pérez PJ. El Pasto Estrella Africana. H, Cárdenas Tabasco, México. Colegio Superior de Agricultura Tropical. (Boletín CA-7). 1980.
11. Hernández T, Valles B, Castillo E. Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras en Veracruz, México. *Pasturas Tropicales* 1990;12(3):29-33.
12. Culvenor RA, Davidson AI, Simpson RJ. Regrowth by swards of subterranean clover after defoliation. 1. Growth nonstructural carbohydrate and nitrogen content. *Ann Bot* 1989;64:545-556.
13. Lemaire G. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: Proc. XIX International Grasslands Congress. Sao Paulo. Brasil. 2001:29-37.
14. Hernandez GA, Hodgson J, Matthew C. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover

- pastures 1. Tissue turnover and herbage accumulation. *N Z J Agric Res* 1997;40:25-35.
15. Costa N. de L, Paulino TV. Desempenho agrônômico de genótipos de *Brachiaria humidicola* em diferentes idades de corte. *Pasturas Trop* 1999;21(2):68-71.
 16. Hirata M, Pakiding W. Tiller dynamics in bahia grass (*Paspalum notatum*): an analysis of responses to nitrogen fertiliser rate, defoliation intensity and season. *Trop Grassl* 2004;38:100-111.
 17. Becerra BJ, Avendaño MJC. Efecto de la severidad de defoliación sobre la producción de forraje y los carbohidratos de reserva en especies tropicales. *Téc Pecu Méx* 1992;30(2):125-132.
 18. Boschman SP, Scott JM, Hill MJ, King JR, Lutton JJ. Plant reserves of perennial grasses subjected to drought and defoliation stressed on the Northern Tablelands of New South Wales, Australia. *Aust J Agric Res* 2003;54:819-828.
 19. Navarro L, Vásquez D. Efecto del nitrógeno y la edad del rebrote sobre la producción de materia seca y el contenido de proteína cruda en *B. decumbens*. *Zootec Trop* 1997;15(2):109-124.
 20. Man NV, Wiktorsson H. Forage yield, nutritive value, feed intake and digestibility of three grass species as affected by harvest frequency. *Trop Grassl* 2003;37:101-110.
 21. Beltrán LS, Pérez PJ, Hernández GA, García ME, Kohashi SJ, Herrera HJG. Respuesta fisiológica del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a diferentes alturas de defoliación. *Agrociencia* 2002;36:547-556.
 22. Carlassare M, Karsten HD. Species population dynamics in a mixed pasture under two rotational sward grazing height regimes. *Agron J* 2003;95:844-854.
 23. Hernandez GA, Mathew C, Hodgson J. The influence of defoliation height on dry-matter partitioning and CO₂ exchange of perennial ryegrass miniature swards. *Grass Forage Sci* 2000;55:372-376.
 24. Hernandez GA, Matthew C, Hodgson J. Effect of spring grazing management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures. 2. Tiller and growing point densities and population dynamics. *N Z J Agric Res* 1997;40:37-50.
 25. Bahmani I, Thom ER, Matthew C, Hooper RJ, Lemaire G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derive from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertiliser, and irrigation. *Aust J Agric Res* 2003;54:803-817.
 26. García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana) 4ª ed. Instituto de Geografía, UNAM; México. 1988.
 27. SAS Institute. SAS language: Release 8.2 for windows. Cary, NC, USA.; SAS Inst. Inc. 2003.
 28. Snedecor WG. Métodos estadísticos aplicados a la investigación agrícola y biológica. Traducido de la 5ª edición en Inglés (traductor: Reynosa FA.). México DF: Compañía Editorial Continental, SA; 1964.
 29. Garza CRD, Méndez RA, Zárate FP. Acumulación estacional de forraje en praderas de Zacate Buffel Milenio en el Norte de Tamaulipas. XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Tampico, Tamaulipas, México. 2005;335-337.
 30. Middleton CH. Dry matter and nitrogen changes in five tropical grasses as influenced by cutting height and frequency. *Trop Grassl* 1982;16(3):112-117.
 31. Corbea LA. Principales métodos agrotécnicos empleados en la siembra y el establecimiento de los pastos. En: Simon L, Hernández M, Machado R, Ojeda A. editores. Fomento y explotación de los pastos tropicales, Compendio de conferencias. Perico-Matanzas, Cuba. 1992:47-59.
 32. Mata PD. Rendimiento y composición química de seis gramíneas introducidas en una sabana del sureste del estado Guarico. *Zootec Trop* 1989;7(1):69-80.
 33. McKenzie BA, Kemp PD, Moot DJ, Matthew C, Lucas RJ. Environmental effects on plant growth and development. In: White J, Hodgson J editors. *New Zealand Pastures and Crop Science*. Oxford University Press; 1999:29-44.
 34. Anderson B, Matches AG, Nelson CJ. Carbohydrate reserves and tillering of switchgrass following clipping. *Agron J* 1989;81:13-16.
 35. Ludlow MM. Stress physiology of tropical pasture plants. *Trop Grassl* 1980;12:136-145.
 36. Hill MJ. The effect of differences in intensity and frequency of defoliation on the growth of *Phalaris aquatica* L. and *Dactylis glomerata* L. *Austr J Agri Res* 1989;40:333-343.