

# Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo

## Herbage yield and morphological components of Mulato grass (*Brachiaria* hybrid 36061) under different grazing management

Aldenamar Cruz Hernández<sup>a</sup>, Alfonso Hernández Garay<sup>a</sup>, Javier Francisco Enríquez Quiroz<sup>b</sup>, Armando Gómez Vázquez<sup>c</sup>, Eusebio Ortega Jiménez<sup>a</sup>, Noel Mauricio Maldonado García<sup>c</sup>

### RESUMEN

En *Brachiaria* híbrido se estudiaron tres frecuencias (14, 21 y 28 días) y dos intensidades de pastoreo (9-11 y 13-15 cm), distribuidos en un diseño de bloques al azar en arreglo factorial 3 x 2 con tres repeticiones. Se midió: acumulación de forraje, tasa de crecimiento (TC) composición botánica y relación hoja: tallo. No hubo efecto de interacción ( $P > 0.05$ ) frecuencia x intensidad en la acumulación de forraje. La distribución del rendimiento fue de 55, 28 y 17 % durante las épocas de lluvias, nortes y seca, en el año 2007-2008, con la mayor acumulación anual (12,310 kg MS ha<sup>-1</sup>) al pastorear cada 28 días, con un incremento progresivo conforme aumentó el intervalo de pastoreo de 14 a 28 días ( $P < 0.05$ ). Similar comportamiento se observó para el periodo 2008-2009; la mayor TC se obtuvo en la época de lluvias con 36, 44, 47 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, a frecuencias de 14, 21 y 28 días. La menor TC se presentó en la época seca. En la composición morfológica la mayor acumulación de hoja se presentó en la época de lluvias, seguido por las épocas de nortes y seca cada 28 días, a intensidad de 13-15 cm. En conclusión, la mayor producción de forraje, tasa de crecimiento, composición morfológica y relación hoja: tallo se concentró en la época de lluvias con intensidad de pastoreo de 13-15 cm cada 21 y 28 días.

**PALABRAS CLAVE:** *Brachiaria* híbrido, Acumulación de forraje, Tasa de crecimiento, Composición morfológica, Relación hoja: tallo.

### ABSTRACT

Three grazing frequencies (14, 21 and 28 d) and two grazing intensities (9-11 and 13-15 cm cutting height) were assessed in Mulato grass (*Brachiaria* hybrid 36061) in a completely randomized block design with a 3\*2 factorial arrangement and three replicates. The following attributes were taken into account, herbage yield, growth rate (GR), botanic composition and leaf:stem ratio. No significant interaction ( $P > 0.05$ ) was found between frequency\*intensity for herbage yield. Herbage yield distribution was 55, 28 and 17 % respectively for the rainy, north and dry seasons in 2007-2008, evaluation period. The highest annual herbage yield (12,310 kg DM ha<sup>-1</sup>) was recorded with 28 d grazing interval at 13-15 cm of grazing intensity. Herbage yield increased progressively when grazing frequency lengthened from 14 to 28 d ( $P < 0.05$ ). A similar herbage yield pattern was observed in 2008-2009. The greater growth rate (GR) was obtained in the rainy season, 36, 44 and 47 kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> at 14, 21 and 28 d grazing frequency, respectively. The lowest GR was found in the dry season. Relative to morphological components, the greater leaf mass yield was found in the rainy season, followed by the north and dry seasons at 28 d grazing frequency and 13-15 cm grazing height. As a conclusion, the greater herbage yield, growth rate, leaf mass and leaf:stem ratio were found in the rainy season at 13-15 cm grazing height and 28 d grazing frequency.

**KEY WORDS:** *Brachiaria* hybrid 36061, Herbage yield, Growth rate, Morphological composition, Leaf:stem ratio.

Recibido el 12 de enero de 2010. Aceptado el 15 de junio de 2010.

<sup>a</sup> Ganadería. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de México. hernan@colpos.mx. Correspondencia al segundo autor.

<sup>b</sup> Campo Experimental La Posta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

<sup>c</sup> División Académica de Ciencias Agropecuaria, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

La pradera es un ente dinámico que requiere de un manejo estratégico para mantener e incrementar la producción animal. La estacionalidad en la producción de forraje y la variación en su valor nutritivo son factores que limitan la producción animal en las zonas tropicales. El manejo eficiente de las especies forrajeras es primordial para mantener una alta productividad y calidad del forraje, sin propiciar el deterioro de la pradera<sup>(1,2)</sup>. La frecuencia e intensidad de cosecha son los dos componentes de toda estrategia de manejo, que determinan mayormente el rendimiento, calidad y persistencia de la pradera, debido a la disminución o aumento en la intensidad y frecuencia de pastoreo, para favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por senescencia y descomposición del forraje<sup>(3-6)</sup>.

Además, la intensidad de cosecha está asociada con la cantidad de forraje residual y yemas remanentes, las cuales tienen un efecto directo en la velocidad de rebrote; el cual, depende de la cantidad y tipo de tejido removido, del estado fenológico en que se encuentra la planta y de las condiciones meteorológicas prevalecientes al momento de realizarse<sup>(7,8)</sup>.

El efecto de ambos componentes en la tasa de crecimiento del forraje y su acumulación, puede ser modificado por la carga animal, de la cual depende el grado de defoliación, es decir, a defoliaciones ligeras en periodos prolongados la acumulación neta de forraje puede disminuir debido a la alta tasa de senescencia y descomposición de las hojas inferiores, como consecuencia del autosombreo<sup>(9,10,11)</sup>. Con defoliaciones frecuentes, la pradera no alcanza el índice de área foliar óptimo, y como consecuencia provoca modificaciones en el crecimiento de las plantas y reajuste en su metabolismo para promover nueva área foliar y restablecer su capacidad fotosintética. Con defoliaciones severas, se disminuye la disponibilidad de asimilados presentes en la base de los tallos y raíces, y se crea un desbalance entre fuente y demanda, modificando las prioridades de asignación de C y N<sup>(12,13)</sup>, los cuales son empleados para promover, principalmente, la formación y crecimiento de los componentes aéreos<sup>(4,8)</sup>, por

Pastures are dynamic organisms that require strategic management for maintaining or increasing animal output. Season influences herbage yield and nutritive value of pastures in the tropics and consequently, animal production. Therefore an efficient management of forage species is essential for obtaining high herbage productivity and quality devoid of pasture decay<sup>(1,2)</sup>. Herbage harvest frequency and intensity are the main components of every grazing management strategy, which determine herbage yield, quality and persistence, favoring plant regrowth and lessening losses due to senescence and decay<sup>(3-6)</sup>.

Besides, grazing intensity is directly linked to both the amount of residual herbage mass and amount of remaining growth points, which affect regrowth speed that is dependent on both, type and amount of removed tissue, on the phenological stage of plants and on prevailing climate conditions<sup>(7,8)</sup>.

The effect of both components on pasture growth rate and herbage accumulation can be modified through the stocking rate that is dependent on the defoliation rate, that is to say that at low defoliation rates for long periods, net herbage accumulation can drop owing to a high senescence rate and decay of the lower leaves due to shade produced by the same plant<sup>(9,10,11)</sup>. When defoliation is frequent, pastures cannot attain an optimal leaf area index and consequently, changes in plant growth are produced and their metabolism suffers adjustments in order to promote new leaf area for reestablishing photosynthesis capacity. When defoliation is severe, the amount of assimilated compounds in both tiller base and in roots drops and an imbalance between source and demand appears, modifying C and N allocation<sup>(12,13)</sup>, which are used for primarily promoting formation and growth of plant aerial components<sup>(4,8)</sup> that are the foundation of plant recovery. Therefore, growth is dependent to a great degree on the active photosynthetic area that increases in proportion as new tillers and leaves are formed and grow<sup>(14,15,16)</sup>.

The cultivar Mulato is an apomictic hybrid of the genus *Brachiaria*, obtained at CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) in Cali,

ser la base para la recuperación de las plantas; por lo tanto, el crecimiento depende en mayor grado del área fotosintéticamente activa, la cual se incrementa progresivamente conforme se forman y crecen los nuevos tallos y hojas<sup>(14,15,16)</sup>.

El cv. Mulato es un híbrido apomíctico del género *Brachiaria*, que se originó en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Cali, Colombia, entre el clon sexual 44-6 de *Brachiaria ruziziensis* y la especie tetraploide apomíctica *B. brizantha*, y fue introducido a México en el año 2000<sup>(17)</sup>. Es una especie forrajera con excelente potencial productivo, por lo que conocer la respuesta productiva a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo, es una información necesaria para diseñar estrategias de manejo que permitan obtener un excelente rendimiento de forraje de alta calidad, sin deterioro de la pradera. El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto de la frecuencia e intensidad de defoliación en el rendimiento estacional y anual de forraje, composición morfológica y características estructurales de una pradera de pasto mulato.

El estudio se realizó de noviembre 2007 a mayo 2009, en el área experimental de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), localizado a 17° 46' 56" N y 92° 57' 28" O, a 10 msnm, con temperatura y precipitación media anual de 27.2 °C y 2,010 mm. Los datos de precipitación y temperatura máxima y mínima ocurridos en el periodo experimental se obtuvieron en la estación meteorológica de la UJAT. El suelo predominante corresponde al luvisol crómico<sup>(18)</sup>.

La siembra se realizó manualmente a piquete, en el mes de julio del año 2006, al inicio de las lluvias. Antes de sembrar se aplicó un herbicida sistémico para eliminar malezas emergidas, y se empleó una densidad de siembra de 6 kg ha<sup>-1</sup> de semilla, distribuida cada 50 cm entre surcos y plantas; posteriormente se seleccionó un área de 1,800 m<sup>2</sup> (37.5 x 48 m) y se establecieron 18 unidades experimentales de 100 m<sup>2</sup> (12.5 x 8 m) distribuidas en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y un arreglo factorial 3 x 2, donde

Colombia, between the 44-6 sexual clone of *Brachiaria ruziziensis* and the tetraploid specie *Brachiaria brizantha* and introduced to Mexico in the year 2000<sup>(17)</sup>. It has an excellent yield potential, and because of this, knowing the productive response to different grazing frequencies and intensities is essential for developing management strategies for obtaining an excellent forage yield of the best quality and at the same time forestalling pasture loss. The purpose of the present study was to determine the effect of defoliation frequency and intensity on seasonal and annual herbage yield, morphological composition and structure of a Mulato grass sward.

The present study was carried out between November 2007 and May 2009 in the experimental unit of the División Académica de Ciencias Agropecuarias of the Universidad Juárez de Tabasco (UJAT), located at 17° 46' 56" N and 92° 57' 28" W, 10 m asl, 27.2 °C average annual temperature and 2,010 mm annual rainfall. Temperature and rainfall data were provided by the meteorological station of UJAT. Chromic luvisol is the prevailing soil type<sup>(18)</sup>.

Planting was carried out manually with a planting stick on July 2006 at the beginning of the rainy season, at 6 kg ha<sup>-1</sup> seeding density, distributed at 50 cm between both plants and furrows. Before planting, a systemic herbicide was applied for eliminating weeds. Afterwards, a 1,800 m<sup>2</sup> (37.5 \* 48 m) area was chosen and 18 experimental units of 100 m<sup>2</sup> (12.5 \* 8 m) were set, distributed in a completely randomized block design with three replicates and a 3\*2 factorial arrangement, where factors were three grazing frequencies (GF= 14, 21 and 28 d), and two grazing intensities, hard (GI=9-11 cm) and lax (13-15 cm). Fifteen (15) days before the experiment got under way, all experimental units were grazed at 10 cm sward height for uniformity. No fertilizers were applied, before or during the experimental period.

For evaluating seasonal and annual herbage yield, one day before the test started, two 50\*100 cm frames were set at random in each replicate, which were cut at 10 and 14 cm height, respectively, one day before each grazing. Plots were grazed at the

los factores fueron tres frecuencias de pastoreo (FP: 14, 21, 28 días) y dos intensidades de pastoreo (IP: severa entre 9-11 cm de altura) y ligera (entre 13-15 cm de altura). Quince días antes del inicio del estudio, se realizó un pastoreo de uniformización en todas las unidades experimentales a 10 cm de altura. No se utilizó fertilizante antes ni durante el experimento.

Para evaluar el rendimiento estacional y anual de forraje, un día antes de iniciar el estudio, se colocaron aleatoriamente, en cada repetición, dos cuadrantes fijos de 50 x 100 cm, los cuales se cosecharon con tijeras un día antes de cada pastoreo a 10 y 14 cm de altura, respectivamente y a la frecuencia correspondiente. Posteriormente, se utilizaron cinco becerros de 180 a 230 kg por parcela como defoliadores, hasta alcanzar la intensidad de pastoreo correspondiente (de 4 a 8 h dependiendo de la estación del año). Se pesó el forraje en verde y se obtuvo una submuestra de aproximadamente 100 g, la cual se separó en los componentes morfológicos: hoja, tallo y material muerto, que se depositaron en bolsas etiquetadas; 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, y resultó de la suma de forraje recolectado en cada corte.

Para calcular la tasa de crecimiento (TC) se emplearon los datos de forraje cosechado antes de cada pastoreo, utilizando la siguiente fórmula:

$TC = FC/t$ ; donde TC= tasa de crecimiento de forraje ( $kg\ MS\ ha^{-1}\ d^{-1}$ ); FC= forraje cosechado ( $kg\ MS\ ha^{-1}$ ); t=días transcurridos entre pastoreos<sup>(16)</sup>.

Las relaciones hoja: tallo, y hoja: no hoja resultaron de dividir el rendimiento del componente hoja entre el rendimiento de tallo o de la suma del tallo y material muerto, respectivamente.

Para determinar la composición botánica, a mediados de cada estación del año (28 de diciembre de 2007, 15 de abril, 15 de agosto y 30 de diciembre de 2008, y 15 de abril de 2009) del forraje cosechado en los muestreos, se tomó una submuestra

foreseen frequencies with five calves weighing between 180 and 230 kg to the expected height for 4 to 8 h depending on the season. Green forage was weighed and a subsample of approximately 100 g was taken from the sample and different species (Mulato grass, other grasses and weeds) were separated and placed in labeled bags which were afterwards dried in a forced air stove for 48 h at 55 °C and then weighed. Herbage yield was recorded by both season and year by adding the amounts of herbage collected in each cut.

The growth rate (GR) was estimated with the data obtained from the cuts practiced before grazing, using the following formula:

$GR = HH/t$ ; Where: GR= growth rate ( $kg\ DM\ ha^{-1}\ d^{-1}$ ); HH=herbage harvested ( $kg\ DM\ ha^{-1}$ ), t=days between grazings<sup>(16)</sup>.

Leaf:stem and leaf:non leaf ratios were estimated by dividing leaf by stem and leaf by non leaf (tillers + dead material), respectively.

Botanical composition was determined in the middle of each season (December 28, 2007; April 15, August 10 and December 30, 2008; April 15, 2009) on subsamples of approximately 100 g taken from harvested herbage samples and different species were separated as follows, Mulato grass, other grasses, weeds, and dried separately in a forced air stove at 55 °C for 48 h and then weighed.

Data were analyzed through the PROC MIXED procedure of SAS Software<sup>(19,20)</sup>. The effects of grazing frequencies, season and their interactions were considered as unchanging and the effect of blocks, aleatory. Treatment means were estimated through LSMEANS and compared using Tukey's test ( $\alpha=0.05$ ).

No effect of frequency\*intensity was recorded in any season throughout the year (Table 1). Grazing frequency affected herbage yield throughout the experimental period ( $P < 0.01$ ) in no matter what season and grazing frequency and as grazing frequency lengthened, yield increased. In 2007-2008 herbage yield increased by 80 and 165 % when days between grazing frequency lengthened from

de aproximadamente 100 g, la cual se separó por especie (pasto mulato, otras gramíneas y malezas), se secaron por separado a 55 °C durante 48 h y se pesaron.

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS<sup>(19,20)</sup>. Los efectos de intervalo entre pastoreos, época del año y sus interacciones, fueron considerados fijos y el efecto de bloques se consideró aleatorio. Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

No se registró efecto de la interacción frecuencia x intensidad de pastoreo, en ninguna época del año (Cuadro 1). La frecuencia de pastoreo afectó el rendimiento de forraje en todo el periodo experimental ( $P<0.01$ ); independientemente de la

14 to 21 and 28 d, respectively ( $P<0.05$ ). Also in 2007-2008, 55 % of the annual herbage yield was concentrated in the rainy season. Regarding grazing intensity, at higher grazing heights herbage yield increased by 17 % ( $P<0.01$ ) in comparison of more intense grazing. Several authors<sup>(10,11)</sup> mention that when harvesting herbage at lower intensities, pastures show good energy reserves and important amounts of residual foliage, which propitiate a high growth rate of new leaves.

With reference to 2008-2009, only herbage yield in the north and dry seasons was recorded. In both seasons a progressive increase in herbage yield was observed when grazing frequency lengthened from 14 to 28 d and pastures were grazed laxly (Table 1). In the north season increases in herbage yield were 69 and 208 % respectively, when grazing frequency went from 14 to 21 and 28 d. In a similar trend, increases in the dry season were of

Cuadro 1. Acumulación estacional y anual de forraje del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido) a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo (kg MS ha<sup>-1</sup>)

Table 1. Season and annual Mulato grass herbage accumulation at different grazing frequency and intensity (*Brachiaria* hybrid) (kg DM ha<sup>-1</sup>)

Frequency (days)	Intensity	2007-2008			Annual yield	2008-2009	
		North	Dry	Rainy		North	Dry
14	Hard	1206 <sup>e</sup>	583 <sup>d</sup>	2356 <sup>c</sup>	4146 <sup>d</sup>	1176 <sup>d</sup>	516 <sup>c</sup>
	Lax	1482 <sup>de</sup>	883 <sup>d</sup>	2769 <sup>c</sup>	5135 <sup>d</sup>	1348 <sup>d</sup>	662 <sup>c</sup>
	Average	1344	733	2563	4641	1262	589
21	Hard	2172 <sup>dc</sup>	1248 <sup>c</sup>	4293 <sup>b</sup>	7714 <sup>c</sup>	1988 <sup>c</sup>	1108 <sup>b</sup>
	Lax	2524 <sup>bc</sup>	1489 <sup>c</sup>	4985 <sup>b</sup>	8999 <sup>c</sup>	2284 <sup>c</sup>	1281 <sup>b</sup>
	Average	2348	1369	4639	8356	2136	1195
28	Hard	3169 <sup>ab</sup>	1913 <sup>b</sup>	6432 <sup>a</sup>	11516 <sup>b</sup>	3397 <sup>b</sup>	1825 <sup>a</sup>
	Lax	3729 <sup>a</sup>	2340 <sup>a</sup>	7032 <sup>a</sup>	13102 <sup>a</sup>	4393 <sup>a</sup>	2127 <sup>a</sup>
	Average	3449	2126	6732	12309	3895	1976
Average	Hard	2182	1248	4360	7792	2187	1150
	Lax	2578	1571	4929	9079	2675	1356
SE		69.7	35.1	76.8	111.5	50.7	38.7
GF	**	**	**	**	**	**	**
GI	ns	**	*	**	**	*	*
GF* GI	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

GF= Grazing frequency; GI= Grazing intensity; SE= mean standard error.

ns= non significant; \*  $P<0.05$ ; \*\*  $P<0.01$ .

abcde= different superscripts in columns indicate differences ( $P<0.05$ ).

época del año e intensidad de pastoreo, conforme aumentó el intervalo entre pastoreos se incrementó el rendimiento de forraje. En el ciclo 2007-2008, el rendimiento anual aumentó en un 80 y 165 % al incrementar el intervalo entre pastoreos de 14 a 21 y 28 días, respectivamente ( $P < 0.05$ ). En la época de lluvias se concentró el 55 % de la producción anual de forraje, en el ciclo 2007-2008. En cuanto a la intensidad de pastoreo, el cosechar menos intensamente incrementó el rendimiento anual en 17 % ( $P < 0.01$ ) con respecto al más severo. Varios autores<sup>(10,11)</sup> mencionan, que al cosechar a intensidades ligeras, la pradera presenta buenas reservas de energía y cantidades importantes de hojas residuales, lo que propicia que el índice de crecimiento de nuevas hojas se pueda mantener a nivel alto.

Con respecto al ciclo 2008-2009, sólo se registró el rendimiento en las épocas de nortes y seca. En ambas épocas se observó un incremento progresivo en el rendimiento, conforme aumentó la frecuencia de pastoreo de 14 a 28 días y se pastoreó más ligeramente la pradera (Cuadro 1). En nortes el aumento fue del 69 y 208 % al cambiar el intervalo de pastoreo de 14 a 21 y 28 días, respectivamente. Similar comportamiento se observó en la época seca con aumentos del 102 y 235 %, para 21 y 28 días, respecto al intervalo de pastoreo de 14 días. En cuanto a la intensidad de pastoreo, la cosecha ligera superó en 22 y 18 % ( $P < 0.05$ ) a la severa en nortes y seca, respectivamente.

La respuesta a los cambios estacionales en precipitación y temperatura fue la esperada para condiciones de clima cálido húmedo del estado de Tabasco. La época de lluvias presenta condiciones favorables de precipitación y temperatura (Figura 1) que estimularon el crecimiento y rendimiento de las plantas<sup>(21)</sup>. En nortes la precipitación no fue el factor limitante, pues las bajas temperaturas, fueron las que afectaron el crecimiento del pasto, dando como resultado una baja producción de forraje. Algunos autores señalan que el mayor crecimiento de las especies forrajeras tropicales ocurre entre los 25 y 35 °C<sup>(22, 23)</sup>, aunque una buena eficiencia fotosintética se da cuando la temperatura se encuentra dentro del rango de 15 a 45 °C<sup>(24)</sup>. Las

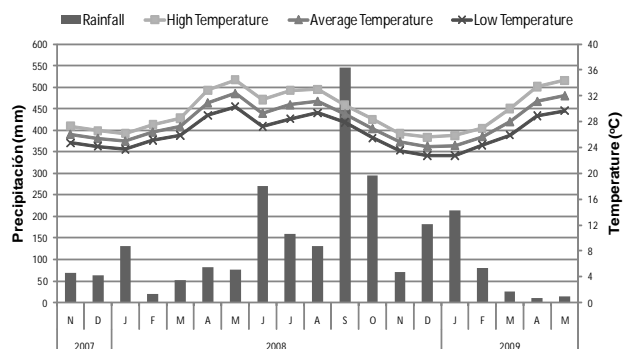
102 and 235 % for the same grazing frequencies. In respect of grazing intensity, the higher grazing height (lax intensity) surpassed the lower grazing height by 22 and 18 % ( $P < 0.01$ ) in the north and dry seasons, respectively.

The response to seasonal changes in both temperature and rainfall was as expected for the conditions of the warm and humid climate of Tabasco. The rainy season presents favorable temperature and rainfall conditions<sup>(21)</sup> for plant growth (Figure 1). In the north season rainfall is not the limiting factor, but low temperatures limited plant growth, resulting in lower herbage yield. Some authors point out that the greater growth of tropical forage species occurs between 26 and 35 °C<sup>(22,23)</sup>, although good photosynthetic efficiency can take place between 15 and 45 °C<sup>(24)</sup>. The excellent temperatures recorded in the dry season indicate that rainfall is the limiting factor.

Grazing intensity was similar in the north season of 2007-2008, but differed ( $P < 0.05$ ) in the other seasons of the experiment and the higher seasonal and total herbage yield was found at the lower grazing intensity. Regarding this, Hodgson<sup>(10)</sup> points out that at lower grazing intensity, pastures maintain good carbohydrate reserves and a substantial amount of green leaves which keeps new leaf growth at a high level.

Figura 1. Datos mensuales de precipitación pluvial y temperaturas máximas, medias y mínimas, durante el período experimental, Fuente: UJAT

Figure 1. Monthly data for rainfall and average, high and low temperature during the experiment, Source: UJAT



excelentes temperaturas registradas durante la sequía, muestran que el factor limitante fue la precipitación.

La intensidad de pastoreo fue similar en la época de nortes del ciclo 2007-2008, pero sí difirió ( $P < 0.05$ ) en las demás épocas en todo el periodo experimental, y el mayor rendimiento total y estacional ocurrió al pastorear a una intensidad ligera en todas las épocas. Al respecto, Hodgson<sup>(10)</sup> señala que con pastoreos ligeros, la pradera mantiene buenas reservas de carbohidratos con una cantidad sustancial de hoja verde que le permite mantener el crecimiento de nuevas hojas a un nivel alto.

Al aumentar el intervalo de pastoreo se incrementó ( $P < 0.05$ ) el rendimiento de forraje, que ocurrió cuando la pradera se pastoreó cada 28 días, seguido por las frecuencias 21 y 14 días (Cuadro 1). Estos resultados difieren con otros autores, quienes observaron mayor efecto de la frecuencia en la acumulación de forraje y menor efecto de la altura de defoliación en diferentes especies de gramíneas<sup>(8,16)</sup>. Algunos autores<sup>(10,11,12)</sup> indican que, con defoliaciones frecuentes, la pradera aumenta la densidad de tallos pequeños, los cuales no alcanzan a interceptar el 95 % de la luz incidente, y como consecuencia, su índice de área foliar y crecimiento son menores. Por el contrario, con intervalos más prolongados la competencia entre plantas por luz aumenta continuamente, por lo que las praderas desarrollan tallos más grandes con hojas largas y una baja densidad de tallos<sup>(10,12)</sup>.

Al evaluar tres intervalos de corte (3, 5 y 7 semanas), en pasto Mombaza, Ramírez *et al*<sup>(15)</sup> encontraron un incremento progresivo en el rendimiento anual y estacional y en la altura de plantas, al aumentar el intervalo de corte, debido a una mayor acumulación de tallos y material muerto, lo que redujo las relaciones hoja: tallo y hoja: no hoja, y alteró la estructura del forraje producido; condición que puede disminuir la eficiencia de utilización de la pradera, aunque al cortar cada tres semanas, obtuvieron mayor proporción de hojas en el forraje acumulado.

Sólo se registró interacción intensidad x frecuencia de pastoreo, en la época de nortes del segundo año

Herbage yield increased when grazing frequency lengthened ( $P < 0.05$ ), as seen at the 28 d grazing frequency, followed by the 21 and 14 d frequencies (Table 1). These results differs from those reported by other authors who observed a greater effect in herbage mass accumulation due to grazing frequency and less due to grazing intensity in different grass species<sup>(8,16)</sup>. Other authors<sup>(10,11,12)</sup> indicate that at frequent defoliations, the tiller population density of small tillers increases, which cannot intercept 95 % of the light and therefore their leaf area index and growth rate are lower. Contrariwise, at longer defoliation frequencies competition between plants increases continuously and therefore pastures develop less with thicker stems and longer leaves<sup>(10,12)</sup>.

When evaluating three cutting frequencies (3, 5 and 7 wk) in Mombaza grass, Ramírez *et al*<sup>(15)</sup> observed a progressive increase in annual and seasonal herbage yield and in plant height, when the cutting frequency lengthened due to a greater accumulation of stems and dead material, which reduced both the leaf:stem and the leaf:non leaf ratios and also altered the produced sward structure, a condition that can worsen pasture use efficiency, although in the 3 wk cutting frequency, a higher leaf proportion was obtained.

Only the intensity\*frequency interaction for GR was recorded in the north season of the second year (Table 2). With the exception of the north season in the first year, where no differences between grazing frequency and intensity was found for GR, this factor increased when grazing frequency lengthened and grazing height increased ( $P < 0.05$ ). The 28 d grazing frequency showed a 10 and 36 % greater GR annual average than for 21 and 14 d frequencies, respectively. In the rainy season the greatest GR was observed, with 36, 44 and 47 kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $P < 0.05$ ) at the 14, 21 and 28 d grazing frequencies, respectively, followed by the north and dry seasons. GR in the north season surpassed by 24 and 38 % those found in the dry season, in the first and second years, respectively. In the north season, GR in the 28 d grazing frequency surpassed by 30 and 11 %, respectively, those found in the 21 and 14 d frequencies in the

Cuadro 2. Tasa de crecimiento de forraje estacional y anual (kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido) a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreoTable 2. Seasonal and annual growth rate (kg DM ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) of Mulato grass (*Brachiaria* hybrid) at different grazing frequency and intensity

Frequency (days)	Intensity	2007-2008			Annual average	2008-2009	
		North	Dry	Rainy		North	Dry
14	Hard	21 <sup>a</sup>	14 <sup>c</sup>	33 <sup>c</sup>	23 <sup>c</sup>	21 <sup>d</sup>	12 <sup>c</sup>
	Lax	25 <sup>a</sup>	21 <sup>b</sup>	39 <sup>bc</sup>	28 <sup>bc</sup>	24 <sup>cd</sup>	15 <sup>dc</sup>
	Average	23	17	36	25	22	13
21	Hard	25 <sup>a</sup>	20 <sup>b</sup>	40 <sup>abc</sup>	28 <sup>bc</sup>	23 <sup>cd</sup>	17 <sup>bc</sup>
	Lax	30 <sup>a</sup>	23 <sup>ab</sup>	47 <sup>ab</sup>	33 <sup>ab</sup>	27 <sup>bc</sup>	20 <sup>abc</sup>
	Average	27	21	44	31	25	18
28	Hard	28 <sup>a</sup>	23 <sup>ab</sup>	45 <sup>ab</sup>	32 <sup>ab</sup>	30 <sup>b</sup>	21 <sup>ab</sup>
	Lax	33 <sup>a</sup>	28 <sup>a</sup>	50 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	39 <sup>a</sup>	25 <sup>a</sup>
	Average	30	25	47	34	34	23
Average	Hard	25	19	40	28	25	16
	Lax	29	24	45	33	30	20
SE		0.55	0.49	0.84	0.58	1.00	0.51
GF		ns	**	**	*	**	*
GI		ns	**	**	*	**	*
GF*GI		ns	ns	ns	ns	*	ns

GF= Grazing frequency; GI= Grazing intensity; SE= mean standard error.

ns= non significant; \*  $P<0.05$ ; \*\*  $P<0.01$ .

abcde= different superscript in columns indicate differences ( $P<0.05$ ).

(Cuadro 2), en la TC. A excepción de la época de nortes del primer ciclo, donde no se registraron diferencias entre frecuencias e intensidades de pastoreo, la TC aumentó conforme se incrementó el intervalo entre pastoreos y se pastoreó menos severamente ( $P<0.05$ ). El intervalo de pastoreo de 28 días presentó 10 y 36 % mayor TC promedio anual que el de 21 y 14 días. En la época de lluvias se observó la mayor TC promedio estacional con 36, 44 y 47 kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> ( $P<0.05$ ) para las frecuencias 14, 21 y 28 días, respectivamente, seguido por las épocas de nortes y seca. La TC en la estación de nortes superó en 24 y 53 % a la de seca, en ambos ciclos de medición, respectivamente. En la época de nortes, el pastorear cada 28 días superó en 30 y 11 % (primer año) y 55 y 14 % (segundo año) al de 14 y 21 ( $P<0.05$ ). Similar comportamiento se registró en la época seca, en ambos años.

first year and by 55 and 14 % in the second. Similar GR performance was observed in the dry season in both years.

Climate determines yield potential of forage species. In the present study, both the greater herbage yields and GR were found in the rainy season, due to adequate temperature and rainfall, while the opposite happened in the dry season where temperature was adequate but rainfall was insufficient, being therefore the limiting factor<sup>(15)</sup>. On the other hand, in the north season, rainfall was adequate but temperature was not, being low, so it became the limiting factor for plant growth and development (Figure 1).

The lowest GR was found at the 14 d grazing frequency throughout the experiment. This could be because more frequent grazing can result in low number of leaves remaining after grazing, reducing



El clima determina el potencial productivo de las especies forrajeras. En el presente estudio, los mayores rendimientos y TC se presentaron durante la época de lluvias, debido a la ocurrencia de temperaturas apropiadas para el crecimiento del pasto y presencia de mayor humedad, mientras que lo contrario ocurrió en la época seca, cuando se presentaron temperaturas apropiadas para el crecimiento y la ausencia de precipitación fue el factor limitante<sup>(15)</sup>. En contraste durante la época de nortes, hubo suficiente humedad, pero las bajas temperaturas, no permitieron que se manifestara el potencial de producción del pasto (Figura 1).

La menor TC se presentó a los 14 días, en todo el periodo experimental, y pudo deberse a que el pastoreo fue más intenso, la cantidad de las hojas presentes después del pastoreo era reducida y la intercepción de luz fue menor, por lo que el rebrote fue más lento y dependió de las reservas de carbohidratos. Al respecto algunos autores<sup>(22)</sup>, señalan que cuando las gramíneas son sometidas a frecuencias de pastoreo fijas y frecuentes se reduce su tasa de crecimiento, y se presenta una continua depleción de las reservas de nutrimentos<sup>(8,9)</sup>.

Con respecto a la intensidad de pastoreo, la mayor TC promedio anual se obtuvo con pastoreo ligero (13-15 cm) superando en 18 % a la registrada con pastoreo severo (9-11 cm de altura) (Cuadro 2). Similar comportamiento se observó en todas las épocas del año, en donde el pastoreo ligero superó en 18, 25 y 13 % al severo ( $P < 0.05$ ) durante nortes, seca y lluvias, respectivamente. Lo anterior se pudo deber a que en el pastoreo severo hubo menor área foliar remanente para realizar la fotosíntesis<sup>(10)</sup>, lo que afectó la velocidad de rebrote. Sin embargo, algunas especies forrajeras, conforme son expuestas a defoliaciones severas, desarrollan cambios en su morfología, que les permite mantener área foliar verde por debajo de la altura de cosecha, y de esta manera disminuir el impacto negativo de defoliaciones posteriores y así optimizar su dinámica de rebrote, desarrollando plasticidad fenotípica<sup>(12)</sup>.

El manejo de la defoliación influye en la velocidad de crecimiento, producción, composición botánica, calidad y persistencia de la pradera<sup>(5,6)</sup>. Al respecto,

light interception and therefore delaying regrowth, making it more dependent on carbohydrate reserves. In this sense, some authors<sup>(22)</sup> point out that when grasses are subject to preset and short grazing frequencies GR drops and nutrient reserves are depleted<sup>(8,9)</sup>.

With reference to grazing intensity, the greater annual GR was found in the 13-15 cm sward grazing height, which increased 18 % more than hard grazing (Table 2). The same performance was found throughout the experiment, where lax grazing intensity outdid severe by 18, 25 and 13 % in the north, dry and rainy seasons, respectively ( $P < 0.05$ ). This could be due to a lower leaf area remaining after defoliation, thus reducing photosynthesis and delaying regrowth<sup>(10)</sup>. However, some forage species, when exposed to severe defoliation, develop morphological changes that allows them to preserve a green leaf area below the cutting height and so reducing the negative impact of successive defoliations, improving their regrowth dynamics through phenotypic plasticity<sup>(12)</sup>.

Defoliation management influences growth speed, yield, botanic composition, quality and persistence<sup>(5,6)</sup>. It is reported that at longer grazing frequencies in tropical pastures, herbage yield increases with a lower leaf contribution and greater stem and dead material accumulation, negatively affecting their nutritive value. This indicates that it is important to take into account not only herbage yield, but the ratio between leaves and stems and between leaves and dead material too.

Effects owing to both grazing frequency and intensity were found in leaf ( $P < 0.05$ ) in all seasons and the interaction frequency\*intensity was observed only in the north season of the second year. The 28 d grazing frequency showed 74 and 141 % more annual leaf accumulation than the 21 and 14 d grazing frequency, respectively (Table 3). As expected, in 2007-2008, the greatest leaf accumulation was found in the rainy season, where the 28 d grazing frequency yielded 135 % more than the 14 d and 34 % more than the 21 d. The north and the dry seasons yielded less, in that order. In 2008-2009 greater leaf accumulation was found in the north

Cuadro 3. Acumulación de componentes morfológicos del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido) por estaciones y anual a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo (kg MS ha<sup>-1</sup>)

Table 3. Annual and seasonal morphological component accumulation of Mulato grass (*Brachiaria* hybrid) at different grazing intensity and frequency (kg DM ha<sup>-1</sup>)

Frequency (days)	Intensity	2007-2008			Annual yield	2008-2009	
		North	Dry	Rainy		North	Dry
Leaf							
14	Hard	1097 <sup>e</sup>	583 <sup>d</sup>	2065 <sup>c</sup>	3746 <sup>e</sup>	1053 <sup>d</sup>	516 <sup>c</sup>
	Lax	1324 <sup>de</sup>	883 <sup>d</sup>	2355 <sup>c</sup>	4562 <sup>e</sup>	1177 <sup>d</sup>	662 <sup>c</sup>
	Average	1211	729	2210	4154	1113	589
21	Hard	1859 <sup>cd</sup>	1248 <sup>c</sup>	3603 <sup>b</sup>	6711 <sup>d</sup>	1685 <sup>c</sup>	1108 <sup>b</sup>
	Lax	2164 <sup>bc</sup>	1489 <sup>c</sup>	4061 <sup>b</sup>	7714 <sup>c</sup>	1908 <sup>c</sup>	1281 <sup>b</sup>
	Average	2011	1368	3832	7212	1796	1194
28	Hard	2527 <sup>ab</sup>	1890 <sup>b</sup>	5058 <sup>a</sup>	9476 <sup>b</sup>	2609 <sup>b</sup>	1825 <sup>a</sup>
	Lax	2900 <sup>a</sup>	2312 <sup>a</sup>	5337 <sup>a</sup>	10549 <sup>a</sup>	3593 <sup>a</sup>	2126 <sup>a</sup>
	Average	2713	2101	5197	10012	3101	1976
Average	Hard	1828	1240	3575	6644	1782	1150
	Lax	2129	1561	3917	7608	2224	1356
SE		57.4	35.5	64.1	74.1	57.4	38.5
GF		**	**	**	**	**	**
GI		*	**	*	**	**	*
GF*GI		ns	ns	ns	ns	*	ns
Stem							
14	Hard	102 <sup>c</sup>	ξ	290 <sup>c</sup>	392 <sup>c</sup>	123 <sup>b</sup>	ξ
	Lax	132 <sup>c</sup>	ξ	414 <sup>c</sup>	546 <sup>c</sup>	157 <sup>b</sup>	ξ
	Average	117	ξ	352	469	140	
21	Hard	271 <sup>c</sup>	ξ	653 <sup>bc</sup>	924 <sup>bc</sup>	257 <sup>b</sup>	ξ
	Lax	308 <sup>bc</sup>	ξ	871 <sup>b</sup>	1179 <sup>b</sup>	323 <sup>b</sup>	ξ
	Average	289	ξ	762	1051	290	
28	Hard	584 <sup>ab</sup>	ξ	1315 <sup>a</sup>	1900 <sup>a</sup>	732 <sup>a</sup>	ξ
	Lax	758 <sup>a</sup>	ξ	1632 <sup>a</sup>	2391 <sup>a</sup>	740 <sup>a</sup>	ξ
	Average	671	ξ	1473	2145	736	
Average	Hard	319	ξ	752	1072	371	ξ
	Lax	399	ξ	972	1372	407	ξ
SE		30.7	ξ	36.8	49.2	30.7	ξ
GF		**	ξ	**	**	**	ξ
GI		ns	ξ	*	*	ns	ξ
GF*GI		ns	ξ	ns	ns	ns	ξ

GF= Grazing frequency; GI= Grazing intensity; SE= mean standard error; ξ= not found.

ns= non significant; \*  $P<0.05$ ; \*\*  $P<0.01$ .

abcde= different superscript in columns indicate differences ( $P<0.05$ ).

se ha reportado que conforme se incrementa el intervalo entre pastoreos, en praderas tropicales, se aumenta el rendimiento de forraje con una menor aportación de hojas y mayor acumulación de tallo y material muerto, lo cual afecta negativamente el valor nutritivo en estas especies. Esta circunstancia, indica que es importante considerar no sólo el rendimiento forrajero, sino su proporción de hojas en relación con los tallos y el material muerto.

En hoja, hubo efecto de frecuencia y de intensidad ( $P < 0.01$ ) de pastoreo en todas las estaciones y sólo se presentó efecto de interacción frecuencia x intensidad de pastoreo en la época de nortes del segundo ciclo. La frecuencia de pastoreo de 28 días presentó 74 y 141 % mayor acumulación anual de hojas que el de 21 y 14 días (Cuadro 3). La mayor acumulación de hojas se presentó en la época de lluvias y aumentó en 75 y 135 % al incrementar el intervalo de pastoreo de 14 a 21 y 28 días, respectivamente; seguido por la época de nortes y seca en el ciclo 2007-2008. Con respecto al ciclo 2008-2009, la mayor acumulación de hojas se obtuvo en la época de nortes con un aumento de 61 y 178 % al incrementar el intervalo de pastoreo de 14 a 21 y 28 días, respectivamente; seguido por la época de seca.

La época de nortes del primer año presentó un aumento en 8 y 10 % con respecto a la época de nortes del segundo año al pastorear cada 14 y 21 días. Con respecto a la época de seca hubo un 19, 13 y 5 % mayor acumulación de hojas en el primer año al pastorear cada 14, 21 y 28 días, en comparación con el segundo año.

Los cambios en la composición morfológica en la época de lluvias se debieron a que las condiciones edáficas y climáticas favorecieron el crecimiento de las hojas, lo cual concuerda con Festo *et al.*<sup>(25)</sup>, quienes encontraron que las hojas incrementan su aparición, cuando existen temperaturas entre 20 a 32.5 °C, pero disminuye cuando la temperatura supera los 35 °C.

Con respecto a la época de nortes, los cambios se pudieron deber, a que el crecimiento de las plantas es inhibida por las bajas temperaturas, mientras

season, 178 and 61 % more in the 28 d and 21 d grazing frequency than in the 14 d, respectively, followed by the dry season.

The north season showed an 8 and 10 % greater leaf accumulation in the first year than in the second, at 14 d and 21 d grazing frequency, respectively. In the dry season, leaf accumulation was 19, 13 and 5 % greater in the first year at 14, 21 and 28 d grazing frequency, respectively, than in the second.

Changes in morphological composition in the rainy season were due to the fact that both, edaphic and climate conditions favored leaf growth, which concurs with what is mentioned by Festo *et al.*<sup>(25)</sup> who observed that leaves emerge at temperatures between 20 and 32.5 °C but emergence rate drops when temperature goes over 35 °C.

In the north season these changes could be due to the fact that plant growth is inhibited by low temperature, while in the hydric stress season, low growth allowed harvesting only the scarce regrowth made up mainly by leaves. Low intensity grazing showed a greater 16 and 24 leaf accumulation in the first and second years of the north season than at high intensity grazing, and 26 and 18 % more leaf accumulation in the first dry season than in the second.

Effect due to grazing frequency was found for stem accumulation ( $P < 0.01$ ) both in the north and dry season across the experiment, and owing to grazing intensity in the rainy season ( $P < 0.01$ ). In all other seasons no effects due to grazing intensity and to intensity\*frequency interaction were found for stem accumulation. The greater stem accumulation was observed in the rainy season, which increased 116 and 318 % when grazing frequency was stretched from 14 to 21 and 28 d, respectively, followed by the 2007-2008 north season. In 2008-2009 stem accumulation increased by 107 and 425 % when grazing frequency was prolonged from 14 to 21 and 28 d, respectively. With low intensity grazing stem accumulation increased by 25 and 29 % respect to high intensity grazing in the 2007-2008 north and dry seasons, respectively. In the second year the difference was 9 % in the north season, as no stems were recorded in the dry season.

que la época de estrés hídrico, el lento crecimiento sólo permitió la cosecha del escaso rebrote constituido principalmente por hojas. El pastoreo ligero presentó 16 y 24 % mayor acumulación de hojas, en el primero y segundo ciclo de la época de nortes y un 26 y 18 % para las épocas de seca con respecto al pastoreo severo, en los mismos ciclos.

La acumulación de tallos presentó efecto ( $P < 0.01$ ) de frecuencia en las épocas de nortes y lluvias en los dos años y efecto de intensidad en la época de lluvias ( $P < 0.01$ ). En las demás épocas no se presentaron efectos de intensidad y de interacción frecuencia x intensidad de pastoreo. La mayor acumulación de tallos se observó en la época de lluvias con un aumento de 116 y 318 % al ampliar el intervalo de pastoreo de 14 a 21 y 28 días

Stem contribution to herbage yield increased when the grazing frequency was prolonged from 14 to 28 d, which concurs with what is reported by other authors<sup>(24,26)</sup>, who mention that leaf proportion in harvested herbage diminishes when defoliation frequency lengthens due to greater stem growth with favorable environmental conditions for plant growth (rainy season). On the other hand in the north season stem elongation is inhibited by the prevailing low temperatures, while in the dry season water deficit<sup>(23)</sup> is the limiting factor for plant growth, and therefore of the very low stem contribution to herbage yield.

In general, it can be affirmed that Mulato grass shows an excellent leaf:stem ratio (Table 4). No interaction effects due to frequency\*intensity were found for this characteristic, but, effects ( $P < 0.01$ )

Cuadro 4. Cambios estacionales en la relación hoja: tallo del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido) a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo

Table 4. Seasonal changes in leaf:stem ratio of Mulato grass (*Brachiaria* hybrid) at different grazing frequency and intensity

Frequency (days)	Intensity	2007-2008			2008-2009	
		North	Dry	Rainy	North	Dry
14	Hard	11.1 <sup>a</sup>	&	7.2 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>	&
	Lax	10.0 <sup>a</sup>	&	5.8 <sup>ab</sup>	7.5 <sup>ab</sup>	&
	Average	10.5	&	6.5	8.3	&
21	Hard	7.5 <sup>ab</sup>	&	5.6 <sup>ab</sup>	7.0 <sup>ab</sup>	&
	Lax	7.4 <sup>ab</sup>	&	4.7 <sup>bc</sup>	6.0 <sup>ab</sup>	&
	Average	7.4	&	5.1	6.5	&
28	Hard	4.4 <sup>b</sup>	&	3.8 <sup>bc</sup>	5.0 <sup>ab</sup>	&
	Lax	4.1 <sup>b</sup>	&	3.2 <sup>c</sup>	3.6 <sup>b</sup>	&
	Average	4.2	&	3.5	4.3	&
Average	Hard	7.6	&	5.5	6.5	&
	Lax	7.2	&	4.6	6.2	&
SE		0.49	&	0.17	0.39	&
GF	**	&	**		*	&
GI	ns	&	*		ns	&
GF*GI	ns	&	ns		ns	&

GF= Grazing frequency; GI= Grazing intensity; SE= mean standard error; &= 100% leaves. ns= non significant; \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ .

abc= different superscript in columns indicate differences ( $P < 0.05$ ).

respectivamente; seguido por la época de nortes para el ciclo 2007-2008. Con respecto al ciclo 2008-2009 la época de nortes presentó un aumento de un 107 y 425 % al incrementar el intervalo de pastoreo de 14 a 21 y 28 días. Al realizar pastoreo ligero la acumulación de tallos aumentó en 25 y 29 % con respecto al pastoreo severo para el primer año en las épocas de lluvias y nortes. Para el segundo año, el pastoreo ligero superó en 9 % al pastoreo severo en la época de nortes (Cuadro 3). En la época de seca no hubo presencia de tallos.

La aportación de tallos al rendimiento incrementó al aumentar el intervalo entre pastoreos de 14 a 28 días, lo cual concuerda con lo observado por otros autores<sup>(24,26)</sup>, quienes consignaron que la proporción de hojas en el forraje cosechado disminuye al aumentar el intervalo entre cosechas, debido a un mayor crecimiento del tallo, cuando hay condiciones ambientales favorables para el crecimiento de las plantas (época de lluvias); en contraste, durante la época de nortes la elongación del tallo es inhibida por las bajas temperaturas, mientras que en el periodo de seca, el déficit de agua<sup>(23)</sup> es el factor limitante del crecimiento vegetal y por consiguiente de la escasa contribución del tallo al rendimiento.

En general, se observa que el pasto Mulato tiene una excelente relación hoja: tallo (Cuadro 4). No se presentó efecto de interacción frecuencia x intensidad, pero sí ( $P < 0.01$ ) de frecuencia en las épocas de nortes y lluvias. La relación hoja: tallo durante la época de nortes fue 42 y 150 % (primer año) y 28 y 93 % (segundo año) superior al pastorear cada 14 días con respecto al de 21 y 28 días ( $P < 0.05$ ). Durante las lluvias se registró la menor relación hoja:tallo, la cual, tendió a disminuir conforme se incrementó el intervalo entre pastoreos ( $P < 0.05$ ). Durante la época seca, el forraje cosechado fue 100 % hoja.

La intensidad de pastoreo afectó ( $P < 0.01$ ) la relación hoja: tallo en la época de lluvias (Cuadro 4), siendo el pastoreo severo superior en 20 % al ligero, mientras que para la época de nortes no hubo diferencias ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos para ninguno de los años de evaluación.

for grazing frequency in both the north and rainy seasons were observed. The leaf:stem ratio in the 2007-2008 north season was 42 and 150 % and 28 and 93 % greater in the 2008-2009 north season when grazing frequency was stretched from 14 to 21 and 28 d, respectively ( $P < 0.05$ ). The lower leaf:stem ratio was found in rainy season, which showed a diminishing trend with longer grazing frequencies ( $P < 0.05$ ). In the dry season, harvested herbage was 100 % leaf.

Grazing intensity affected the leaf:stem ratio ( $P < 0.01$ ) in the rainy season (Table 4), being hard grazing greater to lax grazing intensity, in the 2007-2008 north ( $P < 0.05$ ) and rainy ( $P < 0.05$ ) seasons, respectively. In the 2008-2009 north season the difference between lax and hard grazing intensity was similar ( $P > 0.05$ ).

The high leaf:stem ratio values are associated to the sampling technique, because forage harvest was performed at the preset grazing heights for both grazing intensities and because of this, a large amount of stem, which is nearer the ground than leaves, was not gathered. Besides, if the stoloniferous, decumbent, clustered growth habit of Mulato grass is taken into account, these high leaf:stem ratio values can be understood and also the lack of senescent material, because it is usually found in the lower strata of the sward.

Regarding this, plant age is a factor that determines dry matter distribution in different plant parts, when regrowth gets older leaf formation drops and the proportion of both stem and senescent material increases<sup>(27)</sup>, which affects negatively the leaf:stem ratio<sup>(27,28)</sup>. In the dry season no tillers were observed in harvested herbage because in the presence of hydric stress growth of aerial parts diminishes and so of stems<sup>(29,30)</sup>. However, leaf emergence is the last morphogenetic characteristic to be affected in these conditions<sup>(31)</sup>.

It can be concluded that the greater seasonal and annual herbage yield in Mulato grass was obtained when grazing at lax intensity in the longer (28 d) grazing frequency. The greatest growth rate was found in the rainy season followed by the north and

Los altos valores en relación hoja: tallo estuvieron asociados con la técnica de muestreo, ya que la cosecha se realizó a las alturas de pastoreo predeterminadas para ambas intensidades, lo que evitó que se cosechara gran cantidad de tallo, el cual se ubica cerca de la superficie del suelo. Además si se considera el hábito de crecimiento amacollado, decumbente y estolonífero del pasto mulato, se pueden explicar las altas relaciones hoja: tallo y la falta de material senescente, debido a que se concentró en los estratos inferiores de la pradera.

Al respecto, la edad de la planta es un factor que determina la distribución de materia seca en sus diferentes partes; es decir, conforme aumenta la edad de rebrote hay un incremento en la proporción de tallos y material senescente y disminuye la formación de hojas<sup>(27)</sup>, lo que puede ocasionar una disminución en la relación hoja: tallo<sup>(27,28)</sup>. Durante la época de sequía no hubo presencia de tallos, en el forraje cosechado y se debió a que en situaciones de estrés hídrico, se reduce el crecimiento de la parte aérea y consecuentemente el de tallos<sup>(29,30)</sup>; sin embargo, la aparición de hojas es la última característica morfogénica de las plantas que es afectada, en estas condiciones<sup>(31)</sup>.

Se concluye que la mayor producción de forraje total y estacional del pasto Mulato, se obtuvo al cosechar a una intensidad de pastoreo ligera cada 28 días. La mayor tasa de crecimiento se obtuvo en la época de lluvias seguido por las épocas de nortes y seca. La mayor cantidad de hoja se presentó al pastorear el forraje entre 13 y 15 cm de altura cada 28 días en todas las épocas. Durante la época seca el forraje producido fue 100 % hoja, independientemente de la frecuencia o intensidad de pastoreo. La relación hoja: tallo disminuyó al aumentar el intervalo de pastoreo y fue mayor en la época de nortes, seguido por la época de lluvias.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Programa de Fomento a la Investigación y Consolidación de los Cuerpos Académicos (PFICA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en el Proyecto: UJAT-2006-C02-21.

dry seasons, respectively. The greater leaf mass was observed when grazing at 13-15 cm sward height at 28 d across all seasons. Herbage production in the dry season was 100 % leaf, regardless of both grazing frequency and intensity. Leaf:stem ratio decreased in concert with a longer grazing frequency, being greater in the north season, followed by the rainy season.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to acknowledge the support provided by Programa de Fomento a la Investigación y Consolidación de los Cuerpos Académicos (PFICA) of the Universidad Juárez Autónoma de Tabasco through Project UJAT-2006-C02-21.

*End of english version*

---

## LITERATURA CITADA

1. Pérez BMT, Hernández GA, Pérez PJ, Herrera HJG, Bárcena GR. Respuesta productiva y dinámica de rebrote del ballico perenne a diferentes alturas de corte. *Téc Pecu Méx* 2002;40(3):251-263.
2. Martínez MD, Hernández GA, Enríquez QJF, Pérez PJ, González MSS, Herrera HJG. Producción de forraje y componentes del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación. *Téc Pecu Méx* 2008;46(4):427-438.
3. Hernández GA, Martínez HPA, Mena UM, Pérez PJ, Enríquez QJF. Dinámica del rebrote en pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvia. *Téc Pecu Méx* 2002;40(2):193-205.
4. Anderson MT, Frank DA. Defoliation effects on reproductive biomass: Importance of scale and timing. *J Range Manage* 2003;(56):501-516.
5. Dong SK, Kang MY, Hu ZZ, Long R, Pu XP. Performance of cultivated perennial grass mixtures under different grazing intensities in the alpine region of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Grass Forage Sci* 2004;(59):298-306.
6. Hernández-Garay A, 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.
7. 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.
8. Richards JH. Physiology of plants recovering from defoliation. *Proc XVII International Grassland Congress. New Zealand and Australia* 1993:85-94.

## PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA DEL PASTO MULATO

9. Hirata M, Pakiding W. Tiller dynamics in Bahia grass (*Paspalum notatum*): an analysis of responses to nitrogen fertilizer rate, defoliation intensity and season. *Trop Grassl* 2004;(38):100-111.
10. Hodgson J. Grazing management science into practice. 1st ed. Harlow, England: Longman Scientific Technical; 1990.
11. Hernández-Garay A, Matthew C, Hodgson J. Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. *Grass Forage Sci* 1999;(54):347-356.
12. Lemaire G. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. *Proc XIX International Grasslands Congress. Sao Paulo Brasil* 2001:29-37.
13. Bahmani I, Hazard L, Varlet-Grancher C, Betin M, Lemaire G, Matthew C, Thom ER. Differences in tillering of long and short leaved perennial ryegrass genetic lines under full light and shade treatments. *Crop Sci* 2000;(40):1095-1102.
14. 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.
15. Ramírez RO, Hernández GA, Carneiro DC, Pérez PJ, Enríquez QJF, Quero CAR, Herrera HJG, Cervantes NA. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Téc Pecu Méx* 2009;47(2):203-213.
16. Garduño VS, Pérez PJ, Hernández GA, Herrera HG, Martínez HPA, Joaquín TBM. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Téc Pecu Méx* 2009;47(2):189-202.
17. Argel JP. 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.
18. Palma LDJ, Cisneros DJ. Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco. Vol. I. Fundación Produce Tabasco, A.C. Villahermosa, Tabasco. 1996.
19. SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 2002.
20. Wolfinger R. Covariance structure selection in general mixed models. *Communication in statistics – Simulation*, 22. 1993:1079-1106.
21. Burton W, Hook DS, Butler JL, Hellwing RE. Effect of temperature, day length and solar radiation on production of coastal bermudagrass. *Agron J* 1988;(80):57-560.
22. Cândido DMJ, Silva GR, Neiva MJN, Facó O, Benevides IY, Farias FS. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. *Rev Bras Zootec* 2006;35(6):2234-2242.
23. Sage FR, Kubein SD. The temperature response of C 3 and C4 photosynthesis. *Plant Cell Environ* 2007;(30):1086-1106.
24. Middleton CH. Dry matter and nitrogen changes in five tropical grasses as influenced by cutting height and frequency. *Tropical Grassl* 1982;(16):112-117.
25. 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):372-37.
26. 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.
27. Ludlow MM. Stress physiology of tropical pasture plants. *Trop Grassl* 1980;(12):136-145.
28. Zaragoza EJ. Dinámica de crecimiento y productividad de alfalfa (*Medicago sativa* L.) pasto Ovillo (*Dactylis glomerata* L.) con diferentes manejo de la defoliación [tesis Doctorado]. Montecillos Texcoco, edo. de México: Colegio de Postgraduados; 2004.
29. Chapman DF, Lemaire G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proc. XVII International Grassland Congress. Palmerston North, New Zealand.* 1993:95-104.
30. Gerdes L, Werner CJ, Colozza TM, Carvalho DD, Schammas AE. Avaliação de Características Agronômicas e Morfológicas das Gramíneas Forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 Dias de Crescimento nas Estações do Ano. *Rev Bras Zootec.* 2000;29(4):947-954.
31. Nascimento JD, Adese LB. Acúmulo de biomassa na pastagem. Em: Pereira *et al.* editors. Anais do II simposio sobre manejo estratégico da pastagem. Viçosa, Brasil. 2004:289-346.
32. Festo JM, Sabed NA, Jeremy AR. The impact of temperature on leaf appearance in bamba groundnut landraces. *Crop Sci* 2003;43:1375-1379.

