

Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte

Herbage accumulation, growth and structural characteristics of Mombasa grass (*Panicum maximum* Jacq.) harvested at different cutting intervals

Omar Ramírez Reynoso^a, Alfonso Hernández Garay^b, Sila Carneiro da Silva^c, Jorge Pérez Pérez^b, Javier Francisco Enríquez Quiroz^d, Adrián Raymundo Quero Carrillo^e, José Guadalupe Herrera Haro^b, Antonio Cervantes Núñez^a

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la acumulación de forraje, composición, tasa de crecimiento y algunas características estructurales del pasto Mombaza, cosechado a tres intervalos de corte (IC; 3, 5 y 7 semanas), durante las épocas de sequía y lluvias, en un año. Los IC se distribuyeron en 12 parcelas de 17.5 m², mediante un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Hubo mayor acumulación de forraje durante las lluvias, con respecto a la sequía (83 y 17 %, respectivamente). Durante el estudio, el intervalo de corte de 7 semanas presentó mayor acumulación de forraje (24,300 kg MS ha⁻¹), tasa de crecimiento (140 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) y altura de plantas (111 cm), pero con menor proporción de hojas (56 %) y relaciones hoja:tallo (1.6) y hoja:no hoja (1.3). La producción, composición morfológica y estructura del pasto Mombaza, puede ser manipulada por diferentes IC. La mayor proporción de hojas se obtuvo con el menor IC. Mayores intervalos de corte afectaron negativamente la estructura del forraje, lo que puede disminuir la eficiencia de utilización y el consumo y desempeño de los animales.

PALABRAS CLAVE: Praderas tropicales, *Panicum maximum*, Defoliación, Producción de forraje.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate herbage accumulation, morphological composition, growth rate and structural characteristics in Mombasa grass swards subject to different cutting intervals (3, 5 and 7 wk) during the rainy and dry seasons of the year. Treatments were assigned to experimental units (17.5 m²) according to a complete randomised block design, with four replicates. Herbage accumulation was greater in the rainy than in the dry season (83 and 17 %, respectively). Herbage accumulation (24,300 kg DM ha⁻¹), average growth rate (140 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) and sward height (111 cm) were highest in the 7 wk cutting interval, but leaf proportion (56 %), leaf:stem (1.6) and leaf:non leaf (1.3) ratios decreased. Herbage accumulation, morphological composition and sward structure of Mombasa grass sward may be manipulated through defoliation frequency. The highest leaf proportion was recorded in the 3-wk cutting interval. Longer cutting intervals affected negatively sward structure, with potential negative effects on utilization efficiency, animal intake and performance.

KEY WORDS: Tropical swards, *Panicum maximum*, Defoliation, Forage yield.

Recibido el 20 de mayo de 2008. Aceptado para su publicación el 24 de septiembre de 2008.

^a Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Costa Chica. Universidad Autónoma de Guerrero. Carr. Acapulco-Pinotepa Nacional km 195. Cuajinicuilapa, Gro. Tel. 017414140783.

^b Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. hernan@colpos.mx . Correspondencia al segundo autor.

^c ESALQ-Universidad de Sao Paulo.

^d Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-. Campo Experimental Cotaxtla.

^e Colegio de Postgraduados-San Luis Potosí.

La producción animal en praderas es el resultado del proceso fotosintético que las plantas realizan para el crecimiento, desarrollo y acumulación de biomasa, que deberá ser consumida por los animales y convertida en producto animal. En praderas tropicales, la producción animal comúnmente se caracteriza por bajos índices de producción, debido al crecimiento estacional y bajo valor nutritivo del forraje producido. La principal causa de la reducción del valor nutritivo en estas especies, es la acumulación de tallo y material muerto, componentes que son menos digestibles que las hojas⁽¹⁾.

Tanto el rendimiento como la acumulación de biomasa se desarrollan de manera dinámica, debido a la formación de nuevo tejido y la pérdida de tejido maduro por senescencia y descomposición, procesos que ocurren simultáneamente^(2,3) y están determinados genéticamente, pero son influenciados por las condiciones ambientales y de manejo, por lo que es importante conocer las interrelaciones entre las prácticas de manejo de la defoliación (frecuencia, intensidad y momento de la defoliación) y la respuesta de las plantas (crecimiento, acumulación de forraje, etc.), para fundamentar la planeación y desarrollo eficientes, de estrategias para el manejo de praderas⁽⁴⁾. El manejo de la defoliación influye en la velocidad de crecimiento, producción, composición, calidad y persistencia de la pradera^(5,6).

El pasto Mombaza es una cultivar de la especie (*Panicum maximum* Jacq.), cuyo origen genético está en África. Fue introducido a América en 1967, y liberado en 1993 por el Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPQ), en Brasil⁽⁷⁾, como una especie extremadamente productiva en ambientes tropicales. Recientemente ha sido introducido a México, como alternativa para incrementar la productividad de las praderas tropicales; sin embargo, el manejo tradicional aplicado por los productores y la falta de reposición de nutrientes al suelo, ha favorecido que estas praderas, entren en proceso de degradación, pocos años después de su establecimiento.

Pocos estudios referentes al manejo de la defoliación, para manipular la acumulación de forraje y de los componentes morfológicos en praderas tropicales,

Animal production in pastures is the result of photosynthesis process that plants carry out for their growth, development and biomass accumulation, which is harvested by animals and converted into animal products. In tropical swards, animal production efficiency usually is lower due to seasonal growth and low nutritional value of forage plants. The main cause of low nutritional value in these species is the accumulation of stem and dead material, which are less digestible than leaves⁽¹⁾.

Both yield and biomass accumulation develop dynamically, due to creation of new tissue and loss of mature tissue owing to senescence and decomposition, processes that take place simultaneously^(2,3), which are determined genetically, but there are influenced by both the environment condition and management, therefore it is important to know the interrelation between defoliation management practices (frequency, intensity and time of defoliation) and plant response (growth, herbage accumulation, etc.), for developing pasture management strategies based on efficient planning and plant growth⁽⁴⁾. Defoliation management influences growth rate, production, composition, quality and persistence of the swards^(5,6).

Mombasa grass is a *Panicum maximum* Jacq. cultivar whose genetic origin lies in Africa. It was introduced to America in 1967 and released by the Centro de Pesquisa de Gado de Corte (CNPQ) in Brazil in 1967⁽⁷⁾, as a highly productive species in tropical environments. It was introduced recently in Mexico as an alternative to increase tropical pastures productivity. However, traditional management as applied by producers and lack of soil nutrient replacement result in sward degradation after a few years.

Very few studies on defoliation management for handling herbage accumulation and morphogenic traits of tropical swards are available in literature, and therefore it is important to carry out preliminary studies on these processes, which should allow increasing sward yield and utilization and to generate management indicators easy to adopt by producers.

Due to the above, the main objective of the present study was to determine herbage accumulation and

están disponibles en la literatura; por lo que es importante, realizar estudios preliminares sobre estos procesos, que permitan mejorar la eficiencia en la producción y utilización de las praderas y generar indicadores de manejo de fácil adopción por los productores.

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar la acumulación y composición de forraje, y algunas características estructurales, en praderas de pasto Mombaza, como respuesta a tres intervalos de corte, durante las épocas de sequía y lluvias.

El estudio se realizó en el rancho "Aztlan", en el municipio de Florencio Villarreal, estado de Guerrero, México, y comprendió de noviembre del 2006 a noviembre del 2007, su ubicación está en la incidencia de las coordenadas 16° 43' 26" N y 99° 07' 24" O. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano⁽⁸⁾, con temperatura y precipitación media anual de 27 °C y 1,097 mm, a 40 msnm⁽⁹⁾. Los datos mensuales de precipitación y temperaturas máximas, media y mínima, ocurridos durante el período experimental, fueron obtenidos en la estación meteorológica del Centro de Estudios de Bachillerato Tecnológico y Agropecuario 151, ubicado a 3 km del área experimental.

En un área de 600 m² (15 x 40 m), se establecieron cuatro parcelas de 70 m² (10 x 7 m), con 2 m de separación entre ellas. La siembra se realizó manualmente a piquete, 15 días posteriores (03-jul-2006), al inicio de las lluvias, previa aplicación de un herbicida sistémico para eliminar la biomasa emergida, con una densidad de siembra de 5 kg de semilla ha⁻¹, distribuida cada 50 cm entre surcos y plantas. Una vez establecidas las parcelas, fueron divididas para obtener tres unidades experimentales de 17.5 m² (5 x 3.5 m), en las que se distribuyeron mediante un diseño de bloques completos al azar, los tratamientos, que consistieron en tres intervalos de corte (IC), 3, 5 y 7 semanas. El experimento fue dividido en dos épocas: sequía (10-nov-2006 a 09-jun-2007) y lluvias (10-jun a 06-nov-2007). Al inicio de cada época se realizó un corte de uniformización a 5 cm de altura. Durante el experimento, la maleza se controló con herbicida (2-4 D + Picloram), cuando fue detectada.

composition, and some structural characteristics of Mombasa Grass, such as response to three different cutting intervals during both, the rainy and dry seasons.

This study was carried out in "Rancho Aztlan", Florencio Villareal municipality, State of Guerrero, Mexico, located at 16° 43' 26" N 99° 07' 24" W, 40 m asl, from November 2006 to November 2007. Climate in this site can be characterized as hot sub humid with summer rainfall⁽⁸⁾, 27 °C average annual temperature and 1,047 mm annual rainfall⁽⁹⁾. Monthly rainfall and high, low and average temperature data during the experimental period were provided by the meteorological station of the Centro de Estudios de Bachillerato Tecnológico y Agropecuario 151, located 3 km from the experimental site.

In a 600 m² area (15 x 40 m), four plots 70 m² (10 x 7 m) each spaced at 2 m were established. Plots were seeded manually 15 d after the rains started (Jul 3, 2006). Previously, a systemic herbicide was applied to eliminate biomass (Faena fuerte; glifosato; dosis of 150 ml per 15 L of water). Seeding rate was 5 kg ha⁻¹ of pure seed with a cultural value of 75 % and seed was distributed every 50 cm between lines and plants. Four months after seeding (November 3, 2006), when the swards had about 80 % of ground cover, plots were divided in three experimental units of 17.5 m² (5 x 3.5 m) and treatments were allocated in a completely randomized block design with three replicates. Treatments were three cutting intervals (CI) 3, 5 and 7 wk. Experiment was divided in two seasons: dry (November 10, 2006 – June 9, 2007) and rainy (June 10, 2007 – November 6, 2007). At the beginning of each season a uniformity 5 cm cut above ground level was carried out. Throughout the study, weeds were controlled with herbicides (2-4, D + Picloram) when it needed.

To determine herbage yield, botanical and morphological composition, in the center of each experimental unit a permanent 1 m² area was delimited, which was cut at 5 cm above ground level at the specified frequency. Each sample was weighed and a subsample of approximately 25 %

Para determinar el rendimiento de forraje, composición botánica y morfológica, en la parte central de cada unidad experimental, se delimitó permanentemente una unidad de muestreo de 1 m² de superficie, donde se cortó el forraje a 5 cm de altura, en la fecha correspondiente a cada intervalo de corte (3, 5 ó 7 semanas). Cada muestra se pesó, y de ella se obtuvo una submuestra de aproximadamente 25 %. Cada submuestra se separó por componente botánico (Mombaza y otros pastos), a su vez, Mombaza se separó por componente morfológico (hoja, tallo y material muerto). Cada componente se secó en una estufa de aire forzado a 80 °C durante 24 h. Con la suma de los pesos secos de cada componente, se determinó el contenido de materia seca (MS) de cada submuestra y se estimó la cantidad de MS por componente morfológico, botánico y del forraje total por metro cuadrado (m²) y por hectárea (ha), para cada repetición, intervalo de corte y época. La acumulación de forraje (kg MS ha⁻¹) se estimó como la suma de los rendimientos por corte, para cada IC y época.

La tasa de crecimiento del cultivo (kg MS ha⁻¹ d⁻¹) es el resultado de dividir el rendimiento por corte, entre el período de cada IC (3= 21, 5= 35 y 7= 42 días); con estos datos, se obtuvo el promedio para cada intervalo de corte y época.

La altura de las plantas (cm), en cada repetición, se determinó antes de cada corte, como el promedio de 20 mediciones realizadas al azar, en toda la unidad experimental, con una regla graduada en cm, desde el suelo hasta la curvatura de la hoja más alta en el punto de muestreo.

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

El análisis estadístico de los datos fue realizado utilizando el PROC MIXED del paquete estadístico SAS⁽¹⁰⁾. Para la selección de matriz de varianzas y covarianza fue utilizado el Criterio de Información de Akaike⁽¹¹⁾. Los efectos de intervalo entre cortes y época del año y sus interacciones, fueron

was obtained. From each subsample botanical components were taken out (Mombasa and other grasses) and also morphological components of Mombasa grass. Each component was dried in a forced air stove for 24 h at 80 °C. Dry matter (DM) was obtained by adding dry weights of all components in each subsample and DM for each botanical and morphological component and for total herbage yield for each square meter and hectare was determined for each replicate, cutting interval and season. Herbage accumulation (kg DM ha⁻¹) was determined as the sum of herbage yield for each cut, for each interval and for each season.

The growth rate of the sward (kg DM ha⁻¹ d⁻¹) was obtained by dividing the yield per cut by the cutting interval (3= 21, 5= 35 and 7= 42 d). With these data, averages for each cutting interval and season were obtained.

Sward height (cm) in each replicate was determined before each cut, as the average of 20 measurements carried out at random in the experimental unit with a ruler (sward stick), from the ground to the first contact with any morphological plant part.

Leaf:stem and leaf:non leaf ratios are the result of dividing the leaf yield per cut by the stem yield or by the sum of stem plus dead material, respectively.

The Statistical analysis was performed using the PROC MIXED procedure of the SAS software⁽¹⁰⁾. To select the variance and covariance matrices the Information Criteria of Akaike was used⁽¹¹⁾. The effects between cutting intervals and season of the year and their interactions were considered as fixed and the blocks effect as aleatory. Treatments means were estimated through LSMEANS and their comparison was performed through difference probability (PIDIFF), using Student's "t" test at 5% significance.

Total herbage accumulation and Mombasa herbage accumulation in the dry and rainy seasons and for the whole period are shown in Table 1. There was effect of CI, season and interaction CI*season for total herbage accumulation and for Mombasa grass ($P < 0.05$). Total and Mombasa grass herbage

considerados fijos y el efecto de bloques fue considerado aleatorio. Las medias de los tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación entre ellas fue realizada por medio de la probabilidad de la diferencia (PIDFF), usando la prueba de “t” de “Student” y un nivel de significancia del 5 %.

La acumulación de forraje total y del pasto Mombaza, durante la época de sequía, de lluvias y anual, se presenta en el Cuadro 1. Hubo efecto de interacción (IC*época) para el forraje total y el pasto Mombaza ($P < 0.05$). La acumulación de forraje total y de pasto mombaza, se consideró la misma, debido a que la contribución de otros pastos, fue de 2 %, para el IC de 3 semanas. La acumulación de forraje durante el año de estudio varió de 12,100 a 24,300 kg MS ha⁻¹, al cambiar el IC de 3 a 7 semanas, con 83 % de esta acumulación, durante las lluvias, cuando el IC de 7 semanas acumuló 110 % más forraje que el IC de 3 semanas, mientras que el IC de 5 semanas fue similar a los otros. La acumulación de forraje durante la sequía, no fue afectada por los IC, lo que confirma la estacionalidad de la producción de forraje en pastos tropicales.

Las diferencias en acumulación de forraje, se explican por las condiciones ambientales y los IC aplicados. La Figura 1, muestra que la temperatura varió en promedio de 19.3 a 34.7 °C, durante el estudio, que está dentro del rango apropiado (15 a 45 °C) para que haya una buena eficiencia fotosintética en especies tropicales⁽¹²⁾, y que la distribución de la precipitación pluvial, generó una condición creciente de deficiencia hídrica, durante la sequía, y buenas condiciones de humedad en el suelo, durante las lluvias; como consecuencia, en esta época se propiciaron mayores tasas de crecimiento y mayor acumulación de forraje; asimismo, conforme se incrementó el IC, la acumulación de forraje fue mayor. Estos resultados concuerdan con estudios en condiciones de corte⁽¹³⁾ y pastoreo^(14,15,16), en esta misma especie, donde reportaron mayor producción durante el periodo de lluvias y mayor masa de forraje conforme el periodo de rebrote aumentó.

La acumulación de componentes morfológicos del pasto Mombaza, durante la época de sequía, de

Cuadro 1. Acumulación de forraje en praderas de pasto Mombaza, por época del año, cosechado a diferentes intervalos de corte, durante el periodo nov-2006 a nov-2007 (kg MS ha⁻¹)

Table 1. Herbage accumulation in Mombasa grass, in different seasons, harvested at different cutting intervals, between Nov-2006 and Nov-2007 (kg DM ha⁻¹)

CI	Dry	Rainy	Annual
Total herbage			
3	2408 Ab	9792 Ba	12200
5	3418 Ab	16355 ABa	19773
7	3702 Ab	20607 Aa	24309
Average	3177	15585	
SE	522.0	2170.0	
Mombasa grass			
3	2407 Ab	9659 Ba	12066
5	3418 Ab	16355 ABa	19773
7	3702 Ab	20607 Aa	24309
Average	3175	15540	
SE	516.8	2174.5	

AB Different capital letters in the same column of each variable, indicate significant differences ($P < 0.05$).

ab Different small letters in the same row of each variable, indicate significant differences ($P < 0.05$).

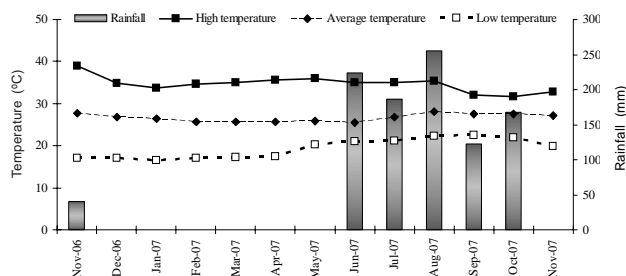
CI = Cutting Interval, in weeks; SE = Standard error of the mean.

accumulation were considered the same because contribution of other grasses was 2 % at the 3 wk cutting interval. Herbage accumulation for the whole year fluctuated between 12,100 and 24,300 kg DM ha⁻¹, when the cutting interval increased from 3 wk to 7, while 83 % of this accumulation was in the rainy season when the 7 wk CI accumulated 110 % more than the 3 wk CI. Herbage accumulation in the dry season was not affected by CI, which confirms the high seasonality of herbage production in tropical grasses.

Differences in herbage accumulation can be explained through environmental conditions and cutting interval. In Figure 1 can be seen that temperature fluctuated on average between 19.3 and 34.7 °C during the experiment period, which is well within the appropriate range (15 to 45 °C) for adequate

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

Figure 1. Monthly data of rainfall, high, low and average temperature, for the study period



lluvias y anual, se presenta en el Cuadro 2. Hubo efecto de época para la acumulación de hojas ($P < 0.01$), y efecto de interacción (IC*época) para la acumulación de tallos ($P < 0.05$) y material muerto ($P < 0.01$). La acumulación de hojas durante el estudio, fue mayor (80 %), en las lluvias y aunque sin efecto de los IC, su proporción en el forraje acumulado disminuyó (75, 65 y 56 %), a medida que el IC aumentó de 3 a 7 semanas (Cuadro 1). La acumulación de tallos durante las lluvias, fue mayor y diferente entre IC, con 220 % más tallo, al comparar el IC de 7 semanas con el de 3, mientras que, el de 5 semanas presentó acumulación intermedia pero similar a los otros IC; lo que propició mayor proporción de tallos (24, 30 y 36 %), en el forraje acumulado, conforme el IC aumentó. La acumulación de material muerto fue mayor durante las lluvias, excepto para el IC de 3 semanas que fue similar entre épocas. El IC de 7 semanas acumuló más material muerto que los otros IC, en ambas épocas, mientras que, el de 3 semanas fue similar y menor al de 5, durante la sequía y las lluvias, respectivamente; la contribución del material muerto al forraje acumulado fue mayor (1, 5 y 8 %) a medida que el IC aumentó de 3 a 7 semanas.

La mayor acumulación de hojas, tallos y material muerto, durante las lluvias, son resultado de las mejores condiciones ambientales existentes para el crecimiento, con respecto a la sequía. La respuesta de las plantas al manejo de la defoliación (intervalos

photosynthesis in tropical species⁽¹²⁾. Rainfall distribution created an increasing soil moisture deficit in the dry season and good soil moisture conditions in the rainy season. In consequence, in this last season the best growth rates and greater herbage accumulation were observed. Besides, as the cutting interval increased, herbage accumulation increased. These results are in coincidence with studies carried out under cutting⁽¹³⁾ and grazing^(14,15,16) conditions in this same specie, that report greater yields in the rainy season and

Cuadro 2. Acumulación de componentes morfológicos del pasto Mombaza, por época del año, cosechado a diferentes intervalos de corte, durante el período Nov-2006 a Nov-2007 (kg MS ha⁻¹)

Table 2. Morphogenic components accumulation in Mombasa grass, in different seasons, harvested at different cutting intervals, between Nov-2006 and Nov-2007 (kg DM ha⁻¹)

CI	Dry	Rainy	Annual
Leaves			
3	1860	7168	9028
5	2637	10227	12864
7	2597	11056	13653
Average	2365 b	9484 a	
SE	245.5	1248.2	
Stems			
3	486 Aa	2455 Ba	2941
5	650 Ab	5200 ABa	5850
7	794 Ab	7867 Aa	8661
Average	643	5174	
SE	148.9	885.4	
Dead material			
3	60 Ba	36 Ca	96
5	131 Bb	928 Ba	1059
7	312 Ab	1684 Aa	1996
Average	167	883	
SE	27.0	187.1	

ABC Different capital letters in the same column of each variable, indicate significant differences ($P < 0.05$).

ab Different small letters in the same row of each variable, indicate significant differences ($P < 0.05$).

CI = Cutting Interval, in weeks; SE = Standard error of the mean.

de corte aplicados), estuvo dentro del patrón de acumulación de forraje para pastos tropicales, que es un proceso con dos fases, en el cual inicialmente la acumulación de hojas es la característica predominante, hasta que la acumulación de hojas se estabiliza (condición en la que el dosel intercepta 95 % de la luz incidente y la aparición de nuevas hojas es compensada por la senescencia de las primeras hojas), posterior a esta condición, la mayor acumulación de forraje, resulta básicamente de incrementos en la acumulación de tallos y de senescencia foliar⁽¹⁷⁾. Esto, por un lado, explica la falta de diferencias entre los IC para la acumulación de hojas, en ambas épocas, como resultado del balance entre la producción de nuevas hojas y la senescencia de las hojas más viejas; con mayor intensificación de este último proceso, conforme el IC aumentó. Por el otro, indica que la estabilidad de la producción de hojas ocurrió con el IC de 5 y 3 semanas, durante la sequía y lluvias, respectivamente. Las diferencias en la acumulación de tallos entre los IC de 3 y 7 semanas, durante las lluvias, se debieron a la diferencia en la duración del período de rebrote; mientras que el IC de 5 semanas tuvo una acumulación intermedia. Durante la sequía, el estrés hídrico suprimió el efecto de los IC en la acumulación de forraje.

Estas diferencias explican, la menor proporción de hojas y mayor proporción de tallos y material muerto, a medida que el IC fue mayor, y resalta la importancia de determinar el adecuado momento de cosecha, para evitar el deterioro de la estructura del dosel y favorecer la eficiencia de utilización del forraje producido, sin afectar la persistencia de la pradera. Estudios en condiciones de corte⁽¹³⁾ y en pastoreo rotacional^(15,18), reportaron menor proporción de hojas y mayor proporción de tallos y material muerto, a medida que el período de rebrote fue mayor.

Algunas características relacionadas con la acumulación del forraje, se presentan en el Cuadro 3. Hubo efecto de interacción (IC*época) en la tasa de crecimiento ($P < 0.05$) y altura de plantas ($P < 0.01$), y efecto de época en las relaciones hoja:tallo y hoja:no hoja ($P < 0.01$). Las tasas de crecimiento, fueron mayores durante las lluvias,

greater herbage mass, when the regrowth period increased.

Accumulation of Mombasa grass morphological components in the dry and rainy seasons and for the whole year is shown in Table 2. There was a significant effect ($P < 0.01$) of season for leaf accumulation, and of CI, season and interaction (CI*season) for stem accumulation ($P < 0.05$) and dead material ($P < 0.01$). Leaf accumulation was greater in the rainy season (80 %), although without the effect of CI, its proportion in accumulated herbage decreased (75, 65 and 56 %) when CI increased from 3 to 7 wk (Table 1). Stem accumulation in the rainy season was greater and different between CI, with 220 % more stem when 7 and 3 wk CI are compared, while 5 wk CI showed an intermediate accumulation but similar to the other cutting intervals, which stimulate a greater stem proportion (24, 30 and 36 %) in accumulated herbage when CI increases from 3 to 7 wk. Dead material accumulation was greater in the rainy season, except for the 3 wk cutting interval which was similar in both seasons. The 7 wk CI accumulated more dead material than the other cutting intervals in both seasons, while the 3 wk CI was similar and lower to the 5 wk CI during the dry and rainy seasons, respectively. Dead material contribution to herbage accumulation was greater when CI increased from 3 to 7 wk.

The greater leaf, stem and dead material accumulation in the rainy season is the result of better growing conditions than in the dry season. Plant response to defoliation management (cutting interval) was within the tropical grasses herbage accumulation pattern, with is a two phased process, the first phase being leaf accumulation the main characteristic until stabilization (a condition in which the sward intercepts 95 % of light and the appearance of new leaves is compensated by senescence of the first leaves). After this phase, increases in herbage accumulation are due basically to stem accumulation and leaf senescence⁽¹⁷⁾. On the one hand this explains that no differences were found for CI in leaf accumulation in both seasons, as a result of equilibrium between new leaf creation and senescence of older leaves, this last process

con respecto a la sequía. El IC de 7 semanas presentó 44 y 113 %, mayor tasa de crecimiento, que el de 3, durante la sequía y las lluvias, respectivamente; mientras que el de 5 semanas fue

Cuadro 3. Tasa de crecimiento, altura, relación hoja:tallo y hoja:no hoja, del pasto Mombaza, por época del año, cosechado a diferentes intervalos de corte, durante el período Nov-2006 a Nov-2007

Table 3. Growth rate, plant height, leaf:stem ratio and leaf:non leaf ratio in Mombasa grass, in different seasons, harvested at different cutting intervals, between Nov-2006 and Nov-2007

CI	Dry	Rainy	Average
Growth rate (kg DM ha ⁻¹ d ⁻¹)			
3	15.9 Bb	65.7 Ba	40.8
5	21.4 ABb	118.8 ABa	69.1
7	22.9 Ab	140.1 Aa	81.5
Average	20.0	107.5	
SE	2.07	16.30	
Plant height (cm)			
3	16.8 Cb	42.0 Ca	29.4
5	23.1 Bb	78.6 Ba	50.9
7	29.5 Ab	111.1 Aa	70.3
Average	23.1	77.3	
SE	0.65	5.42	
Leaf:stem ratio			
3	13.6	3.1	8.4
5	6.8	2.1	4.5
7	6.1	1.6	3.8
Average	8.8 a	2.3 b	
SE	3.50	0.08	
Leaf:non leaf ratio			
3	10.3	3.1	6.7
5	6.3	1.8	4.0
7	4.5	1.3	2.9
Average	7.0 a	2.0 b	
SE	2.00	0.08	

ABC Different capital letters in the same column of each variable, indicate significant differences ($P<0.05$).

ab Different small letters in the same row of each variable, indicate significant differences ($P<0.05$).

CI = Cutting Interval, in weeks; SE = Standard error of the mean.

becoming more intense as CI increases. On the other hand, it shows that stability in leaf production took place in the 5 and 3 wk cutting intervals in the dry and rainy seasons, respectively. Differences in stem accumulation between 3 and 7 wk cutting intervals in the rainy season were due to the length of the regrowth period, while accumulation in the 5 wk cutting interval was in-between. In the dry season, water stress cancelled cutting interval effect on herbage accumulation.

These differences explain the lower leaf and the greater stem and dead material proportion when CI was greater and highlights the importance of setting adequate harvest times for avoiding sward damage and favoring herbage use efficiency, without affecting sward persistence. Studies carried out on cutting⁽¹³⁾ or on rotational grazing^(15,18) conditions report lower leaf and greater stem and dead material proportion when the regrowth period lengthens.

Some characteristics related to herbage accumulation are shown in Table 3. A significant effect of CI, season and interaction (CI*season) on growth rate ($P<0.05$) and plant height ($P<0.01$), and seasonal effect on leaf:stem and leaf:non leaf ratios ($P<0.01$). Growth rates were higher in the rainy season than in the dry. The 7 wk cutting interval showed 44 % and 113 % greater growth rates than 3 wk CI in both rainy and dry seasons, while that of 5 wk CI was similar in both seasons. Plant height was greater in the rainy season and in both seasons as CI increased. Leaf:stem and leaf:non leaf ratios were 283 % and 250 % higher in dry than in rainy season.

The greater growth rates and plant height observed in the rainy season were due to more favorable growing conditions, especially rainfall. Differences between CI can be explained because plants after being cut at near ground level, as was the case in the present study, show a very slow growth first phase, followed by a very fast growing phase and finally show a third phase where the growth rate decreases and can even reach 0⁽¹⁹⁾, when not interrupted by defoliation, which suggests that the evaluated CI were not sufficiently long for plant growth showing the characteristics of the third

similar a los otros IC, en ambas épocas. La altura de las plantas, fue mayor en la época de lluvias; y a medida que el IC aumentó, en ambas épocas. La relación hoja:tallo y hoja:no hoja, durante la sequía fue 283 y 250 % mayor, que durante las lluvias.

Las mayores tasas de crecimiento y altura de plantas, durante las lluvias, se debieron a las mejores condiciones ambientales, principalmente la precipitación. Las diferencias entre IC, se explican porque el crecimiento de las plantas después de ser cosechadas cerca del nivel del suelo, como en este estudio, tienen una fase inicial de crecimiento lento, seguida de una fase de crecimiento acelerado, y finalmente una tercera fase en la que la tasa de crecimiento disminuye y puede llegar a cero⁽¹⁹⁾, cuando no es interrumpida por otro evento de cosecha; lo que sugiere, que los IC evaluados, no fueron lo suficientemente largos para que el crecimiento de las plantas presentara las características de la tercera fase y la tasa de crecimiento disminuyera; mientras que, las diferencias en altura de plantas, se debieron a que mayores tasas de crecimiento, ocurrieron durante mayor tiempo, conforme el IC fue mayor.

La Figura 2 muestra el comportamiento de las tasas de crecimiento, para cada IC, durante el periodo de estudio. El IC de 3 semanas mostró mayor estabilidad en la tasa de crecimiento con respecto a los IC de 5 y 7 semanas, en los que esta tasa disminuyó conforme avanzó el periodo de lluvias, debido a que cortes ejercidos próximos al suelo, en plantas con mayor altura, pueden eliminar gran parte de los meristemos apicales, lo que implica menor vigor de rebrote⁽²⁰⁾ y reduce la tasa de crecimiento de los pastos⁽²¹⁾, y a la continua depleción de las reservas de nutrientes, cuando las plantas son sometidas a intervalos de cortes fijos⁽²²⁾, sin la debida reposición de los nutrientes extraídos, como sucedió en este estudio.

Las mayores relaciones hoja:tallo y hoja:no hoja, durante la época de sequía, se debieron, a que en situaciones de estrés hídrico, se reduce el crecimiento de la parte aérea y consecuentemente el de tallos⁽²³⁾; sin embargo, la aparición de hojas

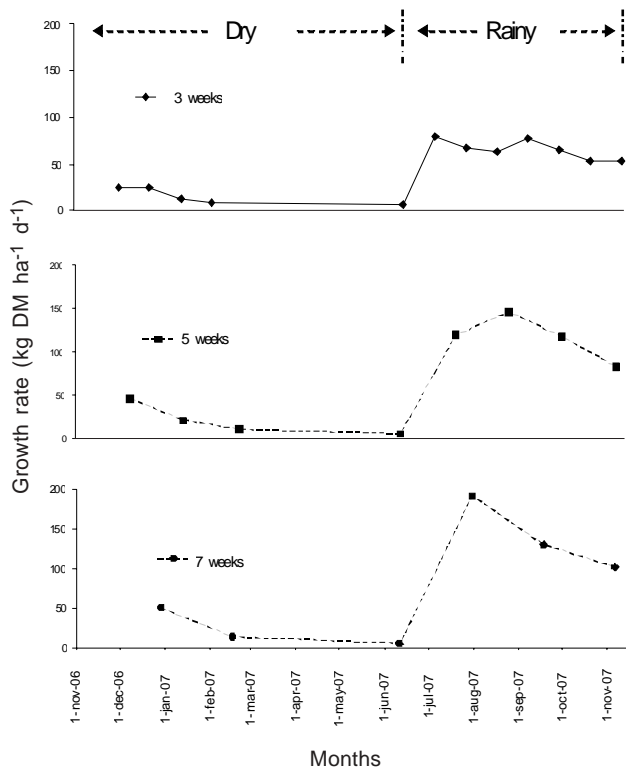
phase, while differences in plant height were due to greater growth rates taking place for longer periods, when CI was greater.

Figure 2 shows growth rate behavior for each CI during the study period. The 3 wk CI showed greater stability in growth rate than the 5 and 7 wk CI, which decreased as the rainy season moved ahead, because cuts near ground level eliminate a great proportion of apical meristems thus reducing regrowth vitality⁽²⁰⁾ and growth rate⁽²¹⁾ and a continued depletion of nutrient reserves when plants are subject to set cutting intervals⁽²²⁾ without replacing nutrients as was the case in the present study.

The greater leaf:stem and leaf:non leaf ratios in the dry season were due to the fact that in water

Figura 2. Tasas de crecimiento del pasto Mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte, durante un año, en el trópico seco

Figure 2. Growth rate in Mombasa grass, in different seasons, harvested at different cutting intervals, between Nov-2006 and Nov-2007



es la última característica morfogénica que es afectada por las plantas, en estas condiciones⁽⁵⁾. En un estudio⁽¹⁶⁾, reportaron incrementos en las tasas de crecimiento (93 a 202 kg MS ha⁻¹ día⁻¹), conforme aumentaron los períodos entre pastoreos (32 a 53 días). En otros, mayor altura de plantas se reportaron durante las estaciones de lluvias⁽²³⁾, y conforme el intervalo de corte fue mayor⁽¹³⁾; con mayor relación hoja:tallo durante la sequía⁽²³⁾, y conforme el intervalo de corte⁽¹³⁾ y entre pastoreos^(14,16) disminuyó. La relación hoja:no hoja, comúnmente no es reportada en la literatura; sin embargo, resalta la importancia del proceso de senescencia y su contribución a la producción y calidad del forraje.

Se concluye que la acumulación de forraje, composición morfológica y estructura del pasto Mombaza, pueden ser manipuladas mediante diferentes intervalos de defoliación, ajustados a la respuesta de las plantas y a las condiciones ambientales existentes. En este estudio, el intervalo de corte de 3 semanas, controló mejor la acumulación de tallos y material muerto, propiciando mayor proporción de hojas en el forraje acumulado. A mayor intervalo de corte se favoreció mayor altura de plantas y acumulación del forraje, debido a 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 y el consumo y desempeño de los animales. Se sugiere que la consistencia de estas conclusiones, debe ser evaluada con períodos de estudio de mayor tiempo y su aplicación en condiciones de pastoreo deberá incluir la evaluación de las relaciones y efectos entre plantas y animales.

stress conditions growth of aerial part of plants diminishes, and therefore of stems⁽²³⁾, however, leaf appearance is the last morphogenic characteristic affected in plants in these conditions⁽⁵⁾. In another study⁽¹⁶⁾ increases in growth rates (93 to 202 kg DM ha⁻¹ d⁻¹) when grazing intervals increased (32 to 53 d) were reported. In other studies, greater plant height in the rainy season⁽²³⁾ and when CI was greater⁽¹³⁾; with a greater leaf:stem ratio in the dry season⁽²³⁾ when CI⁽¹³⁾ and grazing interval^(14,16) decreased. Usually leaf:non leaf ratio is not reported in literature, however, it highlights the importance of the senescence process and its contribution to herbage yield and quality.

It can be concluded that herbage accumulation, morphogenic composition and sward structure in Mombasa grass can be influenced through defoliation intervals fine-tuned to plant response and environmental conditions. In the present study in the 3 wk cutting interval a better control in stem and dead material accumulation was observed, favoring a greater leaf proportion in accumulated herbage. Longer cutting intervals bring about more plant height and herbage accumulation, which drive down leaf:stem and leaf:non leaf ratios and altered sward structure which in turn can diminish efficiency in pasture utilization, intake and animal performance. It can be suggested that consistency of these conclusions should be evaluated in longer lasting studies and that grazing studies should include assessment of the relationships and effects between plants and animals.

End of english version

LITERATURA CITADA

1. Cruz P, Boval M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: Lemaire G, Hodgson J, Moraes A, Nabinger C, Carvalho FPC editors. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford, UK: CAB International; 2000:151-168.
2. Valentine I, Matthew C. Plant growth, development and yield. In: White J, Hodgson J. editors. NZ Pasture and Crop Sci. Auckland, New Zealand: Oxford University Press; 1999:11-27.
3. Davies A. Tissue turnover in the sward. In: Davies A, *et al.* editors. Sward measurement handbook. 2nd ed. British Grassland Society; 1993:183-216.
4. Da Silva SC. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: The basis for planning efficient grazing management practices. In: Pizarro E, Carvalho PCF, Da Silva SC editors. Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. UFPR, Curitiba, Brazil. 2004:CD-ROM.
5. 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.

CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DEL PASTO MOMBAZA

6. Hernández-Garay A, Hodgson J, Matthew C. Effect of spring management on perennial ryegrass and ryegrass-white clover pastures: 1. Tissue turnover and herbage accumulation. *NZ J Agric Res* 1997;(40):25-35.
7. Jank, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: 12. Simpósio sobre Manejo da Pastagem, Anais. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil. 1995:21-58.
8. García, E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. México, D.F. 1981.
9. CONAGUA. Comisión Nacional del Agua - Guerrero. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de México. 2008.
10. SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 2002.
11. Wolfinger R. Covariance structure selection in general mixed models. *Communication in statistics – Simulation*, 22. 1993;1079-1106.
12. Sage FR, Kubein SD. The temperature response of C₃ and C₄ photosynthesis. *Plant Cell and Environment* 2007;(30):1086-1106.
13. Adese LB. Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Mombaça submetido a regimes de desfolhação [tese Doutorado]. Viçosa, Brasil: Universidade Federal de Viçosa; 2006.
14. Santos MP, Corsi M, Balsalobre AMA. Efeito da Frequência de Pastejo e da Época do Ano sobre a Produção e a Qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. *Rev Bras Zoot* 1999;28(2):244-249.
15. Carnevalli, R.A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente [tese Doutorado]. Piracicaba, Brazil. Universidade de São Paulo. 2003. [on line] <http://www.teses.usp.br>.
16. Cândido DMJ, Gomide MCA, Alejandrino E, Gomide JA, Pereira EW. Morfofisiologia do Dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente com Três Períodos de Descanso. *Rev Bras Zootec* 2005;34(2):406-415.
17. Da Silva CS, Nascimento JD. Ecofisiologia da produção animal em pastagem e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris. VI Simpósio de Forragicultura e Pastagens. Lavras-MG, Brasil. 2007:1-48.
18. Barbosa RA. Morphophysiological characteristics and herbage production in Tanzânia grass (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submitted to frequencies and intensities of grazing [tese Doutorado]. Viçosa, Brazil; Universidade Federal de Viçosa; 2004.
19. Hodgson J. Grazing management: Science into practice. 1st ed. Harlow, England: Longman Scientific & Technical; 1990.
20. Gomide JA, Zago CP. Crescimento e recuperação do capim Colômbio após o corte. *Rev Soc Bras Zoot* 1980;9(2):293-305.
21. 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.
22. Bamikole AM, Akinsoyinu OA, Ezenwa I, Babayemi JO, Akinlade J, Adewumi KM. Effect of six-weekly harvests on the yield, chemical composition and dry matter degradability of *Panicum maximum* and *Stylosanthes hamata* in Nigeria. *Grass Forage Sci* 2004;59:357-363.
23. 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.

