

# Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo

## Dry matter seasonal production in grasses and legumes in Quintana Roo, México

Edgar Enrique Sosa Rubio<sup>a</sup>, Eduardo Cabrera Torres<sup>a</sup>, Demetrio Pérez Rodríguez<sup>a</sup>,  
Luis Ortega Reyes<sup>b</sup>

### RESUMEN

El objetivo fue evaluar germoplasma forrajero de reciente introducción al estado de Quintana Roo. Se evaluaron 12 gramíneas y 18 leguminosas durante las épocas de lluvia, seca y nortes. Las especies se sembraron en parcelas de 5.0 x 2.5 m con tres repeticiones, con un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, donde la parcela mayor fue la especie y la parcela menor la frecuencia de corte (3, 6, 9 y 12 semanas). Se realizó análisis de varianza, y para establecer diferencias entre tratamientos se utilizaron contrastes ortogonales. Las especies alcanzaron los mayores rendimientos y desarrollo en la época de lluvias. A las 12 semanas de rebrote, se obtuvo la máxima acumulación de forraje para gramíneas y leguminosas, con un promedio de 4.1 y 1.8 t MS ha<sup>-1</sup> respectivamente, y diferente ( $P < 0.05$ ) de las otras edades. Para las variables rendimiento de materia seca, altura y cobertura, las interacciones época por especie, edad de rebrote por especie y época por edad de rebrote fueron significativas ( $P < 0.05$ ). El mayor rendimiento de materia seca (MS) en gramíneas fue para *Brachiaria* sp. con 18 MS t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, seguido del *Paspalum atratum* con 17 t y *Panicum maximum* cv. Likoni con 13 t. Para las leguminosas los mayores rendimientos se obtuvieron con *Cratylia argentea* y *Crotalaria juncea* con rendimientos de 9.2 y 9.4 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Se concluye que la época del año y la edad de rebrote afectaron el rendimiento de las especies.

**PALABRAS CLAVE:** Gramíneas, Leguminosas, Materia seca, Época del año, Edad de rebrote.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate grass and legume species in the Dry, Rainy and Windy seasons in Quintana Roo, México for two years. Treatments consisted of harvests every 3, 6, 9 and 12 wk of regrowth. Species reached their highest dry matter (DM) yield and development in the rainy season. The highest forage yield was obtained at 12 wk regrowth (4.1 and 1.8 t DM ha<sup>-1</sup> for grasses and legumes, respectively) and was different ( $P < 0.05$ ) from other regrowth ages. Plant height and sward cover increased with time. Interactions season by species, regrowth age by species and season by regrowth age were significant ( $P < 0.05$ ) for annual DM yields, height and sward cover variables. The highest ( $P < 0.05$ ) DM yield was observed in *Brachiaria* sp. (18 t DM ha<sup>-1</sup>) followed by *Paspalum atratum* (17 t), while *Panicum maximum* cv. likoni showed the lowest DM yields, 13 t. *Cratylia argentea* and *Crotalaria juncea* were the more productive legumes, 9.2 and 9.4 t DM ha<sup>-1</sup>, respectively. It can be concluded that season and regrowth age affects dry matter yield in all evaluated species.

**KEY WORDS:** Humid tropics, Legumes, Grasses, Dry matter yield, Season, Regrowth age.

Una característica de la producción animal en el trópico es su baja productividad, que se debe a la combinación de varios factores, como razas,

One characteristic of livestock production in the tropics is low productivity, due mainly to several factors such as breed, animal health, herd

Recibido el 14 de julio de 2006. Aceptado para su publicación el 22 de abril de 2008.

<sup>a</sup> Campo Experimental Chetumal, CIR sureste-INIFAP. Km. 3.5 carretera Chetumal-Bacalar. Tel. 9838320167 .sosa.edgar@inifap.gob.mx. Correspondencia al primer autor.

<sup>b</sup> Campo Experimental Mocochá, INIFAP.

Trabajo financiado por la Fundación Quintana Roo Produce A.C.

aspectos sanitarios, prácticas de manejo y nutrición de los animales, dentro de los cuales la calidad y la producción de los forrajes son la causa principal de esta situación.

La base de alimentación del ganado en pastoreo proviene principalmente de las gramas nativas, de muy baja calidad y poco productivas. El pastoreo continuo con altas cargas animales, la quema anual de las praderas, la época seca prolongada, los ataques esporádicos del salivazo (*Cercopidae*) y el descenso de los niveles de nitrógeno junto con la posible inmovilización del fósforo del suelo, han llevado a las pasturas de la región a un proceso de degradación que disminuye anualmente su productividad<sup>(1)</sup>. Diversos estudios indican que la producción animal obtenida con el uso de éstas es 50 % menor que la obtenida con especies forrajeras introducidas<sup>(2)</sup>.

La producción de especies forrajeras en el estado de Quintana Roo, se caracteriza por una alta estacionalidad; esto ocasiona cambios en la productividad de los animales, por las variaciones en la precipitación y temperatura, y dan como resultado tres épocas climáticas: 1) “nortes” o invierno, que va desde mediados de noviembre hasta finales de febrero; 2) seca, de principios de marzo hasta mediados de junio, donde se presenta una fuerte disminución de la productividad de las pasturas y 3) lluvia o verano, de junio hasta mediados de noviembre, que favorece la producción de materia seca. Esto obliga a los productores a llevar a cabo una suplementación alimenticia al ganado en época de escasez de forraje y mantener cargas superiores en la época de mínima producción<sup>(3)</sup>. La falta de especies forrajeras de buena calidad, adaptadas a las condiciones ambientales prevalecientes en las diversas zonas ganaderas de la entidad ha sido señalada como uno de los problemas que más limitan el desarrollo de la ganadería<sup>(4)</sup>.

La introducción y selección de especies forrajeras (gramíneas y leguminosas) con alto potencial de producción, calidad, persistencia y adaptación, a las más diversas condiciones climáticas y edáficas del trópico, es una de las formas más efectivas

management and feeding. Forage quality and yield are two of the main factors affecting animal production.

Currently, most animal feeding is based on grazing low quality and productivity native grasses. Continuous grazing with high stocking rates, burning, a long dry season, spittle bug (*Cercopidae*) damage and low nitrogen content in soils added to phosphorous immobility, have caused degradation of pastures in this area and a continued fall in annual productivity<sup>(1)</sup>. Several studies indicate that animal production in these conditions is 50 % of what can be obtained grazing introduced forage species<sup>(2)</sup>.

Forage production in Quintana Roo is highly seasonal, causing changes in animal productivity throughout the year, due to variations in rainfall and temperature which result in three definite growth seasons: 1) Windy (winter) from mid November to the end of February; 2) Dry from the beginning of March to mid June and 3) Rainy (Summer) from mid June to mid November. The climate of the rainy season fosters an increase of dry matter production. These seasonal changes in forage productivity force cattlemen to supplement feed in those seasons with scarce forage availability<sup>(3)</sup>. A lack of good quality forage species adapted to local conditions has been described as one of the problems affecting cattle raising development in Quintana Roo<sup>(4)</sup>.

Introduction and selection of forage species (legumes and grasses) showing high yield, quality, persistence and adaptation potential to most of the diverse soil and climates of the tropics is one of the main practices for increasing both cattle yield and productivity<sup>(4)</sup>.

Assessment of species in introduction plots allows to manipulate vegetation under controlled conditions, and therefore makes it possible to observe adaptation of a species to the environment, and also its forage yield, regrowth rate, flowering, persistence and competition with weeds<sup>(4,5)</sup>.

Previous studies carried out in this region allowed to identify several species which showed good

para incrementar y mejorar la producción y productividad del ganado<sup>(4)</sup>.

La evaluación de especies en parcelas de introducción, permite manipular la vegetación en forma controlada, por lo que es posible observar la adaptación de la especie al medio, su producción de forraje, velocidad de rebrote, floración, competencia con malezas y persistencia<sup>(5,4)</sup>.

Estudios previos realizados en la región, permitieron identificar varias especies adaptadas y con potencial productivo, como alternativas para mejorar la productividad ganadera; prueba de ello ha sido la adopción de los ganaderos de especies como Señal (*Brachiaria decumbens*), Llanero (*Andropogon gayanus*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Chetumal (*Brachiaria humidicola*) y la leguminosa forrajera Clitoria (*Clitoria ternatea*)<sup>(7,8)</sup>. Sin embargo la dinámica que se presenta en las praderas, influenciada por cambios climáticos, el pastoreo y sus interacciones obliga a buscar nuevas alternativas, que permitan una producción de forraje uniforme durante el año.

Dado lo anterior el objetivo de este trabajo fue estudiar la adaptación y producción estacional de germoplasma nuevo de gramíneas y leguminosas forrajeras para el estado de Quintana Roo.

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Chetumal del INIFAP en Quintana Roo, localizado a 21° 30' N y 89° 24' O, a 10 msnm, con temperatura promedio de 27 °C y precipitación promedio anual de 1,200 mm. El periodo de mayor precipitación comprende los meses de junio a noviembre, donde se registra el 70 % de ésta. Los suelos del área experimental son luvisoles crómicos, caracterizados por su buen contenido de materia orgánica (5.64 %).

El trabajo tuvo una duración de dos años, iniciando en mayo del 2003 y finalizando en diciembre del 2005. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, donde la parcela mayor fue la especie en estudio y la subparcela la frecuencia del corte, con tres repeticiones por tratamiento.

adaptation to local conditions and good yield potential, and can be considered as acceptable alternatives for improving stockbreeding. Proof of this is adoption by cattlemen of several species as Señal (*Brachiaria decumbens*), Llanero (*Andropogon gayanus*), Insurgente (*B. brizantha*), Chetumal (*B. humidicola*) and the forage legume Clitoria (*Clitoria ternatea*)<sup>(7,8)</sup>. However, grassland dynamics influenced by changes in climate, grazing and their interactions compel looking for new alternatives able to produce a uniform amount of forage all year long.

This experiment was conducted to study the adaptation and seasonal forage yields in new germplasm of both grasses and legumes in Quintana Roo. It was conducted for two years, and was carried out at INIFAP's Chetumal Experiment Station, located in Quintana Roo, Mexico, 21° 30' N 89° 24' W, 10 m asl, 1,200 mm annual rainfall. The period of the year receiving higher rainfall is between June and November, concentrating almost 70 % of annual precipitation. Soils are characterized as chromic luvisols, showing good organic matter content (5.64 %).

Data were analyzed as a split plot design. Forage species was the main plot and cutting frequency the subplot, with three replications per treatment. Grasses evaluated consisted of five cultivars of *Panicum maximum*: cv. Natzuyataca, *P. maximum* cv. Likoni, *P. maximum* cv. Vencedor, *P. maximum* cv. Mombaza, *P. maximum* cv. Tanzania, and *P. maximum* cv. Centenario, *Brachiaria sp.*, *Paspalum atratum*, *Brachiaria humidicola*, *B. brizantha* and *Andropogon gayanus* were used as control.

Evaluated legumes were the following: *Centrosoma macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna aterrinum*, *Vigna umbelata*, *Cratylia argentea*, *Crotolaria zanzibarica*, *C. juncea* and *C. longirostrata*. *Clitoria ternatea* and *Mucuna pruriens* were used as control.

Soil preparation was conventional: plowing, harrowing and furrowing. Seeds of the species *Centrosoma macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides*, *Clitoria ternatea* and *Mucuna pruriens* were scarified in water at 80 °C for 3 min to break latency and increase their germination rate. Four rows at 0.50 m distance in each 5.0 m x 2.5 m

Las gramíneas evaluadas fueron: 5 cultivares de *Panicum maximum*: cv. Natzuyataca, *Panicum maximum* cv. Likoni, *Panicum maximum* cv. Vencedor, *Panicum maximum* cv. Mombaza, *Panicum maximum* cv. Tanzania, *Panicum maximum* cv. Centenario, *Brachiaria sp.*, *Paspalum atratum*; como testigos se utilizaron las especies: *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria brizantha* y *Andropogon gayanus*, que son las especies con mayor superficie establecidas en el estado.

Las leguminosas evaluadas fueron: *Centrosema macrocarpum*, *Pueraria phaseoloides*, *Mucuna aterrinum*, *Vigna umbellata*, *Cratylia argentea*, *Crotalaria zanzibarica*, *Crotalaria juncea*, y *Crotalaria longirostrata*. *Clitoria ternatea*, y *Mucuna pruriens* se utilizaron como testigos.

La preparación del suelo fue convencional mediante barbecho, rastra y surcado. La semilla de las especies *C. macrocarpum*, *P. phaseoloides*, *C. ternatea* y *M. pruriens* se escarificó con agua a 80 °C por 3 min, para romper la latencia e incrementar la tasa de germinación. La siembra se realizó en parcelas de 5.0 x 2.5 m, sembrándose cuatro hileras a una distancia de 0.5 m entre si y a 0.30 m entre plantas. Los datos se tomaron en las dos hileras centrales, eliminando las dos hileras de las orillas y 0.5 m en los extremos, para dejar una parcela útil de 4 m<sup>2</sup>. Esta se dividió en cuatro subparcelas, que se cosecharon cada 3, 6, 9 y 12 semanas en el período de producción, en las épocas de nortes, lluvia y seca. Las variables medidas fueron altura de plantas, cobertura y rendimiento de forraje. Para la altura se seleccionaron cinco plantas al azar y se midió con una regla en centímetros desde el suelo hasta el punto más alto de la planta, sin estirla y sin contar la inflorescencia. La cobertura se midió con un marco cuadrado de 1 x 1 m con una retícula de 0.20 x 0.20 m, y en ésta se determinó mediante la proporción aparente en que el pasto cubrió cada área de la retícula.

El período de producción de forraje de cada época se inició con el corte de homogenización a las parcelas. La altura de corte fue de 5 a 10 cm para plantas postradas (*C. macrocarpum*, *P. phaseoloides*, *M. aterrinum*, *M. pruriens*), de 10 a

plot were planted at 0.30 m distance between plants. Data were collected in the middle two rows, discarding 0.50 m at both ends. Therefore, the useful plot was 4 m<sup>2</sup>. This plot was further divided into four 1 m<sup>2</sup> subplots which were harvested every 3, 6, 9 and 12 wk of the production period, during the windy, dry and rainy seasons. The following variables were recorded: plant height, sward cover and forage yield. Plant height was measured using a ruler graded in centimeters in five plants chosen at random. The ruler was placed vertically and measurements were taken from the soil surface to the highest point in the plant, without stretching it and not taking the inflorescence into account. Sward cover was measured using a 1 x 1 m squared frame divided with a 0.2 x 0.2 m reticule. Sward cover was then estimated through the apparent proportional area covered by grass in each reticule.

A homogenization cut was made at the beginning of each season. Cutting height was 0.05 to 0.10 m for creepers (*C. macrocarpum*, *P. phaseoloides*, *M. aterrinum*, *M. pruriens*), 0.10 to 0.15 m for semi-erect plants (*Brachiaria sp.*, *B. humidicola*, *C. ternatea*), 0.15 to 0.30 m for erect plants (*P. maximum*: cv. Natzuyataca, *P. maximum* cv. Likoni, *P. maximum* cv. Vencedor, *P. maximum* cv. Mombaza, *P. maximum* cv. Tanzania, *P. maximum* cv. Centenario, *P. atratum*, *B. brizantha*, *A. gayanus*) and 0.30 – 0.60 m for shrubs (*V. umbellata*, *C. argentea*, *C. zanzibarica*, *C. juncea*, *C. longirostrata*). Afterwards, each 1.0 m<sup>2</sup> subplot was cut once each season in accordance with regrowth age. Cut forage was weighed, a subsample was taken from it, carried to the laboratory and dried at 55 °C until constant weight to obtain DM content and to determine results on a dry basis<sup>(4)</sup>.

Variables were tested through variance. Results were analyzed taking into account each period on an individual basis and regrowth age differences between species and growth habit against their respective controls were compared through orthogonal contrasts.

#### Grasses

A significant effect of the main effects, period, age and specie, was found for the variables studied.

15 cm para plantas semirrectas (*Brachiaria sp.*, *B. humidicola* y *C. ternatea*), de 15 a 30 cm para erectas (*P. maximum*: cv. Natz, uyataca, *P. maximum* cv. Likoni, *P. maximum* cv. Vencedor, *P. maximum* cv. Mombaza, *P. maximum* cv. Tanzania, *P. maximum* cv. Centenario, *P. atratum*, *B. brizantha* y *A. gayanus*) y de 30 a 60 cm para plantas semi arbustivas (*V. umbellata*, *C. argentea*, *C. zanzibarica*, *C. juncea*, y *C. longirostrata*). Posteriormente se cortó cada subparcela de 1 m<sup>2</sup>, una sola vez por época, de acuerdo a la edad de rebrote. El forraje cortado se pesó, obteniéndose posteriormente una submuestra, la cual se llevó al laboratorio para ser secada en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta alcanzar peso constante, para obtener el porcentaje de materia seca y transformar los resultados en base seca<sup>(4)</sup>.

Se utilizó análisis de varianza para las variables en estudio. Los resultados se analizaron considerando cada período de evaluación en forma individual y las diferencias entre edades al corte entre especies y tipo de porte con sus respectivos testigos, se compararon mediante contrastes ortogonales.

#### Gramíneas

Se encontró que hubo un efecto significativo de los efectos principales época, edad y especie, para las variables evaluadas. El mayor rendimiento de materia seca (MS) y la mayor altura de las plantas, se presentó en la época de lluvias con valores de 4.0 t ha<sup>-1</sup> y 87 cm, ( $P < 0.05$ ). En la sequía las plantas produjeron apenas 1.0 t ha<sup>-1</sup> de MS y alcanzaron 53 cm de altura. El rendimiento de MS, en la época de nortes, fue superior al de la sequía e inferior al de lluvias ( $P < 0.05$ ). La época seca presentó los valores más bajos ( $P < 0.05$ ) de cobertura (64 %), comparados con los de nortes y lluvias que presentaron el mismo valor de 80 % (Cuadro 1).

El efecto de la edad del rebrote fue altamente significativo ( $P < 0.01$ ) sobre el rendimiento de MS, el cual se incrementó con la edad de rebrote de 1.0 t ha<sup>-1</sup> a las tres semanas hasta 4.4 t ha<sup>-1</sup> a las 12 semanas, encontrándose también diferencias ( $P < 0.05$ ) entre las distintas edades de rebrote para altura de la planta. Los pastos presentaron menor

The highest DM yield and plant height were found in the rainy season, presenting values of 4.0 t DM ha<sup>-1</sup> and 0.87 m ( $P < 0.05$ ), respectively. In the dry season, values obtained for the same variables were 1.0 t DM ha<sup>-1</sup> and 0.53 m, respectively. DM yield in the windy season, was higher than in the dry season and lower than in the rainy season ( $P < 0.05$ ). The dry season showed the lowest values for sward cover ( $P < 0.05$ ), 64 and 80 % sward cover was recorded in both the windy and rainy seasons (Table 1).

The effect of regrowth age was highly significant ( $P < 0.01$ ) on DM yield, which increased with longer periods, from 1.0 t DM ha<sup>-1</sup> for 3 wk regrowth to 4.4 t for 12 wk. Significant differences ( $P < 0.05$ ) were found for plant height at different regrowth ages. Also, sward cover showed significant differences ( $P < 0.05$ ) in response to regrowth age. Lower values were found for 3 and 6 wk regrowth than for 9 and 12 wk. The lowest value for sward cover, 53 %, was recorded at 3 wk regrowth and the highest, 80 %, at 12 wk (Table 2).

Interactions among treatments were significant ( $P < 0.05$ ), for the variables being studied. Herbage yield among species was different in each season. *Brachiaria sp.* and *P. maximum* cultivars were the most productive ( $P < 0.05$ ) in the dry season, reaching DM yields of 1.2 t DM ha<sup>-1</sup>. The highest herbage yield in the windy season was recorded in *Brachiaria sp.* (3.1 t DM ha<sup>-1</sup>) followed by *B. brizantha* and *B. humidicola* (2.95 t). In the tall grass group, *P. maximum* cv. Tanzania produced

Cuadro 1. Efecto de la época del año en el rendimiento, altura y cobertura de 11 gramíneas forrajeras

Table 1. Effect of season on DM yield, plant height and sward cover for 11 forage grasses

Variable	Dry	Windy	Rainy
DM yield, t ha <sup>-1</sup>	1.0	2.9	4.0*
Plant height, m	0.53	0.68	0.87*
Cover, %	64*	80	80

\* indicates differences between seasons ( $P < 0.05$ ).

cobertura ( $P < 0.05$ ) a las tres y seis semanas de rebrote, comparados con la cobertura a 9 y 12 semanas. La menor cobertura de 53 % correspondió al rebrote de 3 semanas y la mayor, de 80 %, a la de 12 semanas (Cuadro 2).

Las interacciones entre los tratamientos evaluados fueron significativas ( $P < 0.05$ ), para las variables estudiadas. El rendimiento de forraje entre especies, difirió dentro de cada época del año. *Brachiaria* sp. (dentro de las especies de porte rastrero) y los diferentes cultivares de *P. maximum* fueron los más productivos ( $P < 0.05$ ), en la época de seca, alcanzando rendimientos cercanos a 1.2 t ha<sup>-1</sup>. El mayor rendimiento de forraje, durante la época de nortes, correspondió a *Brachiaria* sp. con 3.1 t ha<sup>-1</sup> seguido de *B. brizantha* y *B. humidicola* (2.9, 2.5 t ha<sup>-1</sup>). Para las gramíneas de porte alto *P. maximum* cv. Tanzania fue la de mayor rendimiento con 2.4 t ha<sup>-1</sup>. Dentro de las especies de porte alto, la mayor ( $P < 0.05$ ) acumulación de forraje durante la época de lluvias, la obtuvieron *P. maximum* cv. Mombasa. y el *Paspalum atratum* con 6.7 y 6.4 t ha<sup>-1</sup>; las demás no presentaron diferencias en rendimiento. Para las especies de porte bajo se observó diferencia ( $P < 0.05$ ) entre *Brachiaria* sp y los testigos *B. humidicola* y *B. brizantha* siendo mayor el rendimiento de los testigos con 3.7, 4.0 y 4.2 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. En cuanto al promedio de producción total, *P. maximum* cv. Mombasa y *P. atratum* fueron las especies de porte alto de mayor rendimiento ( $P < 0.05$ ) con 10.6 y 12.0 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, seguida de *B. brizantha* (8.6) y *B. humidicola* con 8.3, *A. gayanus* fue la especie menos productiva, con 3.9 t (Cuadro 3).

En la época seca, al comparar las especies *P. maximum* cv. Centenario, Tanzania, Mombasa, *P. atratum* y *A. gayanus*, que son de porte alto se observó que alcanzaron alturas superiores a 85 cm, y resultaron diferentes ( $P < 0.05$ ) a las demás especies. La excepción de las gramíneas de porte alto, fue *P. maximum* cv. Likoni que sólo creció 56 cm en la época seca. Las gramíneas de porte mediano, presentaron alturas inferiores a los 40 cm durante la seca. Las especies más afectadas en esta época fueron *Brachiaria* sp. y *B. humidicola*,

Cuadro 2. Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento, altura y cobertura de 11 gramíneas forrajeras

Table 2. Effect of regrowth age on DM yield, plant height and sward cover in 11 forage grasses

Age (weeks)	Yield (t DM ha <sup>-1</sup> )	Height (m)	Sward cover (%)
3	1.0 **	0.47**	53**
6	2.0 **	0.55**	65**
9	3.1**	0.74**	73**
12	4.4**	0.85**	80**

\*\* indicates differences between regrowth ages ( $P < 0.05$ ).

the highest yields, 2.4 t DM ha<sup>-1</sup>. In the rainy season, and in the tall grass group, *P. maximum* cv. Mombasa and *Paspalum atratum* showed the highest DM yield, 6.7 and 6.4 t DM ha<sup>-1</sup>, respectively. The other species did not show differences ( $P < 0.05$ ) in yield. In the low height species, a significant difference ( $P < 0.05$ ), between *Brachiaria* sp. and controls, *B. brizantha* and *B. humidicola* was found. Controls yielded more, 4.0 and 4.2 t DM ha<sup>-1</sup> vs 3.7 t, respectively. With reference to average total yield, *P. maximum* cv. Mombasa and *Paspalum atratum* were the species belonging to the tall species which presented higher yields ( $P < 0.05$ ), 10.6 and 12.0 t DM ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, respectively, followed by *B. brizantha* (8.6 t) and *B. humidicola* (8.3 t). *A. gayanus* was the least productive, 3.9 t (Table 3).

In the dry season, *P. maximum* cv. Centenario, Mombasa, Tanzania, *P. atratum* and *A. gayanus*, which belong to the tall grass group, reached heights over 0.85 m, completely different from other species ( $P < 0.05$ ). The exception in this group was *P. maximum* cv. Likoni which grew to only 0.56 m in the dry season. Intermediate height grasses reached less than 0.40 m height in this season. Species which suffered more in this season were *Brachiaria* sp. and *B. humidicola* which only grew to 0.34 m and 0.29 m, respectively, significantly different ( $P < 0.05$ ) to *B. brizantha*, 0.25 m. Moisture in the windy season, favored plant growth, and greater plant heights were recorded. In the

Cuadro 3. Rendimiento promedio de materia seca (t/ha<sup>-1</sup>) por época y total en 11 gramíneas forrajeras

Table 3. Average DM yield (t ha<sup>-1</sup>) for each season and total annual yield in 11 forage grasses

Specie	Dry	Windy	Rainy	Total
<i>P. maximum</i> cv. Natzuyataca	1.0 abc	2.0 de	4.0 bc	5.3 d
<i>P. maximum</i> cv. Likoni	1.1 ab	1.9 e	4.1 bc	5.0 de
<i>P. maximum</i> cv. Vencedor	1.2 a	2.1 de	3.9 cd	4.9 e
<i>P. maximum</i> cv. Mombaza	1.0 abc	2.1 de	6.7 a	10.6 b
<i>P. maximum</i> cv. Tanzania	1.0 abc	2.4 c	4.2 b	5.3 d
<i>P. maximum</i> cv. Centenario	1.1 ab	2.0 de	4.0 bc	5.0 bd
<i>Brachiaria</i> sp.	1.2 a	3.1 a	3.7 d	5.0 de
<i>Paspalum atratum</i>	0.9 cd	1.9 c	6.4 a	12.0 a
<i>B. humidicola</i>	0.7 cd	2.5 c	4.0 bc	8.3 c
<i>B. brizantha</i>	0.8 cd	2.9 b	4.2 b	8.6 c
<i>A. gayanus</i>	0.7 cd	0.9 f	3.1 e	3.9 f

abcdef Different literals in each column indicate difference ( $P<0.05$ ).

ya que sólo alcanzaron 34 y 29 cm de altura, respectivamente, siendo estos valores diferentes ( $P<0.05$ ) al observado en *B. brizantha* con 25 cm. La humedad registrada durante la época de nortes, favoreció el crecimiento de las plantas, que resultó en aumento de la altura. Durante las lluvias los dos cultivares de *P. maximum* y *A. gayanus* alcanzaron alturas mayores a los 100 cm. La especie de mayor altura ( $P<0.05$ ) en esta época dentro de las de porte alto fue *P. maximum* con 122 cm y las más bajas dentro de las de porte bajo fueron *B. humidicola* y *Brachiaria* sp. con 37 cm.

Con excepción de *P. maximum* cv. Natzuyataca que presentó una cobertura de 55 %, en las épocas de seca y nortes, el resto de las gramíneas evaluadas tuvieron una cobertura superior al 70 %. Dentro de las gramíneas de porte bajo *B. humidicola* fue la especie que presentó la mayor ( $P<0.05$ ) cobertura, en todas las épocas, con valores superiores a 80 %.

La interacción edad de corte por especie, arrojó que a mayor edad de corte, hubo un mayor efecto en el rendimiento de forraje y altura en todas las especies. En cada edad de rebrote, las especies *P. maximum*, *A. gayanus*, y *P. atratum*, presentaron los mayores rendimientos de MS, alcanzando el

rainy season two *P. maximum* and *A. gayanus* reached heights of more than 1.0 m. The tallest specie ( $P<0.05$ ) in this season in the tall grass group was *P. maximum*, 1.22 m, and the shortest were *B. humidicola* and *Brachiaria* sp., 0.37 m.

With the exception of *P. maximum* cv. Natzuyataca which showed a 55 % sward cover in both dry and windy seasons, all the other species presented more than 70 % cover. In the short grass group *B. humidicola* presented the greatest sward cover ( $P<0.05$ ) in all seasons, with values of more than 80 %.

Interaction between regrowth age and specie showed that at greater age yield was higher and so was plant height in all species. For each regrowth age, *P. maximum*, *A. gayanus* and *P. atratum* presented the higher DM yields, and the greatest values were recorded at 12 wk. At this regrowth age *P. maximum* cv. Mombaza and Tanzania were the most productive ( $P<0.05$ ), 6.3 and 6.5 t DM ha<sup>-1</sup>, followed by *A. gayanus*, 6.1 t and *P. atratum*, 6.0 t. No differences were found between *P. maximum* cv. Likoni, Vencedor and Centenario, yielding 4.5, 4.0 and 4.0 t DM ha<sup>-1</sup>, respectively (Figure 1). All other species yielded less than 5.0 t DM ha<sup>-1</sup>. Plants that reached greater heights at the longest

máximo valor a las 12 semanas. En esta edad de rebrote Mombasa y Tanzania fueron los más productivos ( $P < 0.05$ ) con 6.3 y 6.5 t de MS ha<sup>-1</sup>, seguidos de *A. gayanus*, y *P. atratum*, con 6.1 y 6.0 t de MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente; no se encontró diferencia entre los cultivares Likoni, Vencedor y Centenario con 4.5, 4.0 y 4.0 t ha<sup>-1</sup> respectivamente (Figura 1). Las demás especies produjeron, en este tiempo, menos de 5.0 t de MS ha<sup>-1</sup>. Las plantas que alcanzaron mayor altura a la máxima edad de rebrote, fueron las especies *P. maximum* y *A. gayanus*, con aproximadamente 100 cm. Al comparar las alturas de las especies de porte bajo se observó que *B. humidicola* fue la especie más baja con 39 cm.

La edad de rebrote también influyó en los porcentajes de cobertura que presentaron las plantas, la cual fluctuó de 46 hasta 82 % a las tres semanas de rebrote, y aumentó conforme avanzó la edad de rebrote. *B. humidicola*, *B. brizantha* y *Brachiaria sp.* presentaron los valores más altos de cobertura en cada una de las edades de rebrote, *P. maximum* cv. likoni presentó la menor cobertura dentro de las especies de porte alto, ( $P < 0.05$ ). La interacción

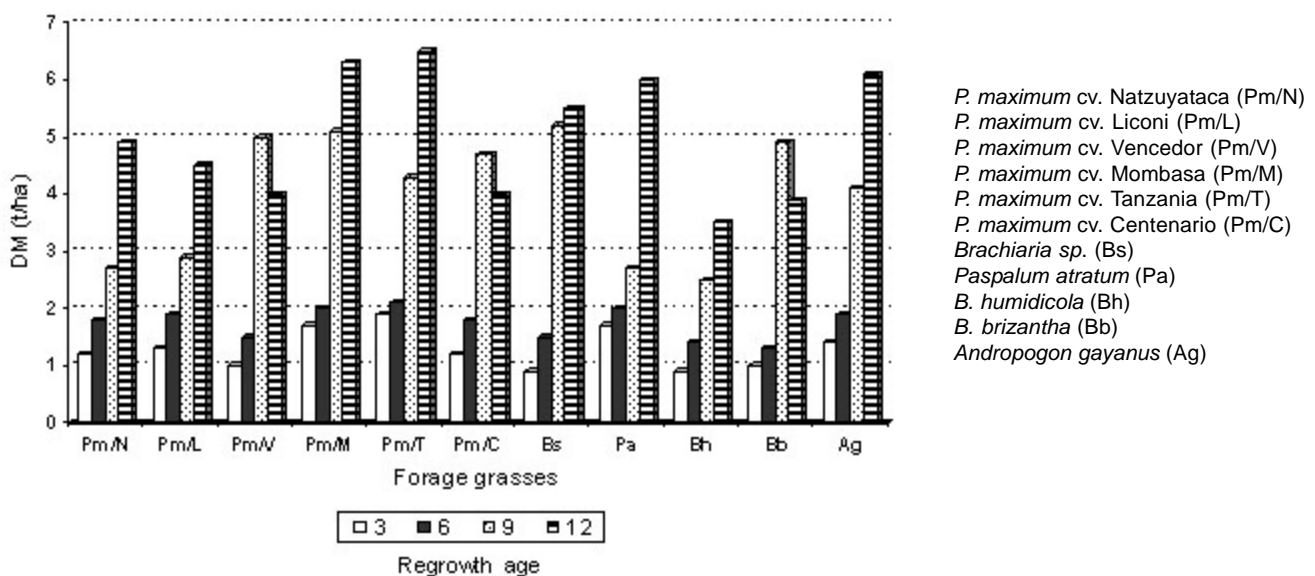
regrowth period were *P. maximum* and *A. gayanus*, approximately 1.0 m. When low height plants were compared, *B. humidicola* was the shortest, 0.39 m.

Regrowth age also influenced sward cover, which varied from 46 to 82 % for 3 wk regrowth, values which increased with age. *B. humidicola*, *B. brizantha* and *Brachiaria sp.* showed the greater sward cover percentages in all regrowth ages. *P. maximum* cv. Likoni showed the lowest sward cover in the tall species ( $P < 0.05$ ). Interaction between growth season and cutting age showed that for the rainy season a stronger effect of cutting age on DM yield, plant height and sward cover.

Changes in forage yield from one regrowth age to another were not so evident in the dry season, and no differences ( $P < 0.05$ ) were found for DM yield, plant height and sward cover in the first three regrowth periods. In this season forage yield increased from 1.0 to 1.2 t DM ha<sup>-1</sup>, between 3 and 12 wk regrowth. Contrariwise, in the rainy season at 3 wk regrowth, yield was 1.6 t DM ha<sup>-1</sup> and reaching 6.2 t DM ha<sup>-1</sup> at 12 wk. Plant height

Figura 1. Rendimiento de materia seca (t/ha) por edad de rebrote en 11 gramíneas forrajeras

Figure 1. Dry matter yield (t DM ha<sup>-1</sup>) for each regrowth age in 11 forage grasses





época del año por edad al corte mostró que en la época de lluvias hubo un mayor efecto de la edad de corte sobre el rendimiento de MS, altura y cobertura.

Los cambios en la producción de forraje de una edad de corte a otra, no fueron tan marcados en la época de seca, en donde no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) en producción de forraje, altura y cobertura en las tres primeras edades de rebrote. En esta época la producción de forraje sólo se incrementó de 1.0 a 1.5 t ha<sup>-1</sup> de 3 a 12 semanas de rebrote. Por el contrario, en la época de lluvias, a las tres semanas, se produjeron 1.6 t ha<sup>-1</sup>, aumentando hasta 6.0 t ha<sup>-1</sup> a las 12 semanas. Los valores de altura y cobertura siguieron un patrón similar en cada una de las edades de rebrote de las distintas épocas (Cuadro 4).

#### Leguminosas

Los resultados indicaron que existió efecto significativo de los efectos principales edad al corte, especie y época de año, sobre las variables estudiadas. El mayor rendimiento de forraje y altura de las leguminosas, se presentó en la época de lluvias (2.0 t MS ha<sup>-1</sup> y 57 cm.). Durante el período de sequía las plantas produjeron apenas 0.9 t ha<sup>-1</sup> de MS y alcanzaron 23 cm. de altura. El rendimiento de materia seca, en la época de nortes, fue superior al de la época de seca (Cuadro 5) e inferior al de lluvias ( $P < 0.05$ ). En la época seca se presentaron los valores más bajos ( $P < 0.05$ ) de cobertura (44 %), comparados con los nortes y lluvias que presentaron el mismo valor (77 %).

La edad del rebrote presentó un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) sobre la cantidad de materia seca producida. El mayor rendimiento de forraje se obtuvo a las 12 semanas de rebrote (1.8 t ha<sup>-1</sup>) y la menor a las tres semanas (0.7 t ha<sup>-1</sup>), encontrándose diferencias ( $P < 0.05$ ) entre alturas, a las distintas edades de rebrote. Las leguminosas presentaron menor cobertura ( $P < 0.05$ ) a las tres y seis semanas de rebrote en la época de producción (Cuadro 6), comparados con la cobertura a 9 y 12 semanas. La menor cobertura fue de 25 % y la mayor de 80 % a las 3 y 12 semanas respectivamente.

Cuadro 4. Efecto de la época del año y edad de rebrote en el rendimiento, altura y cobertura de 11 gramíneas forrajeras

Table 4. Effect of season and regrowth age on DM yield, plant height and sward cover in 11 forage grasses

Season	Regrowth age (weeks)	Yield (t DM ha <sup>-1</sup> )	Plant height (m)	Sward cover (%)
Dry	3	1.0	0.40	60
	6	1.2	0.43	61
	9	1.3	0.45	63
	12	1.5	0.45	64
Windy	3	1.3	0.61	75
	6	1.9	0.65	77
	9	2.3	0.67	77
	12	4.2	0.68	80
Rainy	3	1.6	0.77	80
	6	3.1	0.79	82
	9	4.9	0.80	83
	12	6.0	0.87	83

and sward cover followed a similar growth pattern in each regrowth age and growth season (Table 4).

#### Legumes

Results show that a significant effect for cutting age, species and growth season was obtained on the variables being studied. A higher DM yield and plant height was observed in the rainy season (2.0 t DM ha<sup>-1</sup> and 0.57 m). in the dry season, production was only 0.91 t DM ha<sup>-1</sup>, in the windy season DM yield was greater than in the dry season (Table 5) and lower than in the rainy season ( $P < 0.05$ ). In the dry season the lowest values for plant cover (44 %) were obtained, when compared with both the rainy and windy seasons (77 % each).

Regrowth age showed a significant effect ( $P < 0.05$ ) on DM yield. The highest yield was obtained at 12 wk regrowth age (1.8 t DM ha<sup>-1</sup>) and the lowest at 3 wk (0.7 t). Differences ( $P < 0.05$ ) were found for plant height at different regrowth ages. Legumes presented less plant cover ( $P < 0.05$ ) at 3 and 6 wk

Cuadro 5. Efecto de la época del año en el rendimiento, altura y cobertura de 10 leguminosas forrajeras

Table 5. Effect of season on yield, plant height and plant cover in 10 forage legumes

Variable	Dry	Windy	Rainy
Yield, t/ha of DM	0.9	1.5	2.0*
Plant height, m	0.23	0.48	0.57*
Plant cover, %	44*	77	77

\* Indicates differences between seasons ( $P<0.05$ ).

El rendimiento de forraje entre las especies de leguminosas, varió dentro de cada época del año. En el período de seca, la mayoría de las leguminosas presentaron bajo rendimiento con promedio de 0.6 t de MS ha<sup>-1</sup>. *C. argentea* (dentro de las de crecimiento semiarborescente) y *C. macrocarpum* (de crecimiento rastrero) fueron las más productivas ( $P<0.05$ ) en la época de seca, alcanzando rendimientos cercanos a 0.8 t ha<sup>-1</sup>. Los testigos *C. ternatea* y *M. pruriens*, no presentaron rendimientos diferentes a los observados en *M. aterrinum*. *V. umbellata*, *C. zanzibarica* y *C. juncea* tuvieron rendimientos similares, pero distintos a los de *C. argentea*. El mayor rendimiento de forraje, durante la época de nortes, correspondió al testigo *M. pruriens* con 2.1 t ha<sup>-1</sup> seguido de *C. macrocarpum* con 1.9, el testigo *C. ternatea* no presentó diferencia ( $P>0.05$ ) en rendimiento al observado en *P. phaseoloides*. *C. juncea* (de crecimiento semiarborescente) presentó 1.4 t ha<sup>-1</sup>, y *C. longirostrata* 0.9 t ha<sup>-1</sup> respectivamente. La mayor ( $P<0.05$ ) acumulación de forraje durante la época de lluvias, fue para *C. argentea* y *C. juncea* con 2.7 y 2.4 t ha<sup>-1</sup>. En promedio de producción total, *C. argentea* y *C. juncea* fueron las especies de mayor rendimiento ( $P<0.05$ ) con 9.2 y 9.4 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, seguida de *C. macrocarpum* (7.1) y *M. pruriens* con 8.0, *V. unvellata* fue la especie menos productiva, con 3.9 (Figura 2).

En la época de seca, *C. argentea*, *C. juncea* y *C. longirostrata*, alcanzaron alturas superiores a 95 cm, y resultaron diferentes ( $P<0.05$ ) a las demás especies. La excepción de las leguminosas de

Cuadro 6. Efecto de la edad de rebrote en el rendimiento, altura y cobertura de 10 leguminosas forrajeras

Table 6. Effect of regrowth age on yield, plant height and plant cover in 10 forage legumes

Regrowth age (weeks)	Yield (t DM ha <sup>-1</sup> )	Plant height (m)	Plant cover (%)
3	0.7	0.27*	25*
6	1.0*	0.45*	38*
9	1.4	0.57*	65*
12	1.8*	0.80*	80*

\* Indicates differences between regrowth ages for the shown variables ( $P<0.05$ ).

regrowth in the growth period (Table 6), when compared to 9 and 12 wk regrowth. The smallest plant cover was 25 % and the greatest 80 % at 3 and 12 wk, respectively.

DM yield in the different legume species varied in each growing season and between species. In the dry season most legumes showed a low DM yield, averaging 0.6 t DM ha<sup>-1</sup>. *C. argentea* (belonging to the semi shrubby group) and *C. macrocarpum* (creeping growth habit) were the most productive species ( $P<0.05$ ) in the dry season, yielding almost 0.8 t DM ha<sup>-1</sup>. Controls, *C. ternatea* and *M. pruriens* did not show different yields to those presented by *M. aterrinum*. *V. umbellata*, *C. zanzibarica* and *C. juncea* showed similar DM yield, but different from *C. argentea*. The highest DM yield in the windy season was found in control *M. pruriens* (2.1 t DM ha<sup>-1</sup>) followed by *C. macrocarpum* (1.9 t). *C. ternatea* (control) did not show differences in DM yield with *P. phaseoloides* ( $P>0.05$ ). *C. juncea* (semi shrubby) showed a 1.4 t DM ha<sup>-1</sup> yield and *C. longirostrata*, 0.91 t. In the dry season the highest yields were found in *C. argentea* and *C. juncea*, 2.7 and t DM ha<sup>-1</sup>, respectively. Relative to average total yield, *C. argentea* and *C. juncea* were the most productive species ( $P<0.05$ ), yielding 9.2 and 9.4 t DM ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, respectively, followed by *C. macrocarpum* (7.1 t) and *M. pruriens* (8.0 t). *V. unvellata* was the less productive specie, 3.9 t (Figure 2).

crecimiento semiarbustivo fue *C. ternatea*, que sólo creció 36 cm. Las leguminosas de crecimiento rastrero, presentaron alturas inferiores a los 30 cm durante la seca. Las especies más afectadas en esta época fueron *C. macrocarpum* y *P. phaseoloides*, ya que sólo alcanzaron 24 y 19 cm de altura, respectivamente ( $P < 0.05$ ).

Con excepción de *P. phaseoloides* que presentó una cobertura de 25 %, en las épocas de seca y nortes, el resto de las leguminosas en estudio tuvieron una cobertura superior al 80 %. *M. pruriens* fue la especie que presentó la mayor ( $P < 0.05$ ) cobertura, en todas las épocas, con valores superiores a 85 %.

Se encontró un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) de la interacción de las especies con la época, y de la interacción de éstas con la edad de corte, en la producción de MS. En la época de lluvia se alcanzó la más alta producción de MS, de 2.6 t/ha. Esta producción fue en ascenso con la edad al corte sobresaliendo *C. argentea* y *C. juncea* con 2.6 t ha<sup>-1</sup> a las 12 semanas. El rendimiento más bajo (0.7 t MS ha<sup>-1</sup>) se observó en *P. phaseoloides* a

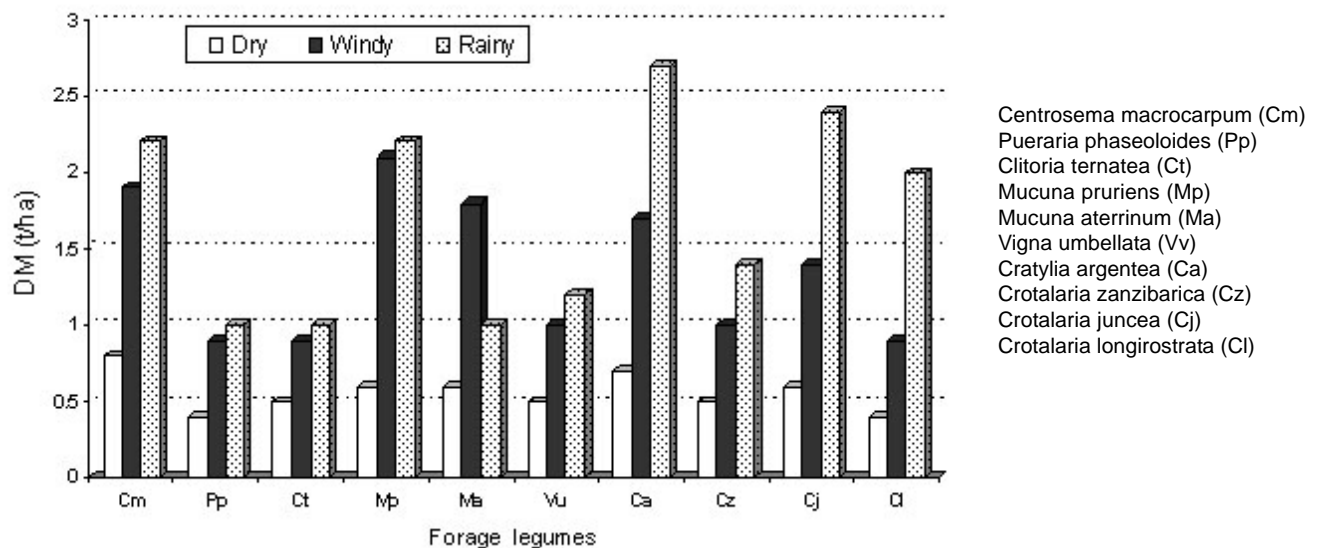
In the dry season *C. argentea*, *C. juncea* and *C. longirostrata* reached heights of more than 0.95 m, showing differences ( $P < 0.05$ ) with the rest of the species being studied. *C. ternatea* was the exception in semi shrubby legumes that grew only 0.36 m. Creeping legumes showed heights of less than 0.30 m in the dry season. The species that were more affected by this season were *C. macrocarpum* and *P. phaseoloides* which grew only 0.24 m and 0.19 m, respectively ( $P < 0.05$ ).

Except for *P. phaseoloides* that presented a plant cover of only 25 % in both the dry and windy seasons, all legumes showed plant cover of more than 80 %, being *M. pruriens* the species which showed the highest cover, more than 85 %.

A significant difference ( $P < 0.05$ ) was found in the species by season interaction, and also in species by cutting age for DM yield. In the rainy season the highest DM yield was obtained, 2.6 t ha<sup>-1</sup>. This yield increased with regrowth age, standing out *C. argentea* and *C. juncea* at 12 wk, 2.6 t ha<sup>-1</sup>. The lowest yield was found for *P. phaseoloides*, 0.7 t ha<sup>-1</sup> at 3 wk regrowth. In the windy season yield

Figura 2. Rendimiento de forraje (t/ha de MS) por época en 10 leguminosas forrajeras

Figure 2. Dry matter yield (t DM ha<sup>-1</sup>) for each season in 10 forage legumes



las tres semanas. Durante la época de nortes, todas las especies disminuyeron el rendimiento de MS entre la sexta y la novena semana de crecimiento; de esta edad en adelante la producción tendió a permanecer constante, excepto *C. argentea* que aumentó.

Las variaciones en la producción de forraje de una edad de corte a otra, no fueron tan marcadas en la época de seca, en donde no se encontraron diferencias en producción de forraje en las tres primeras edades de rebrote. En esta época la producción de forraje sólo se incrementó de 0.5 a 1.2 t ha<sup>-1</sup> de 3 a 12 semanas de rebrote. Por el contrario, en la época de lluvias, a las tres semanas, se produjeron 1.6 t ha<sup>-1</sup>, aumentando hasta 2.6 t a las 12 semanas. Los valores de altura y cobertura siguieron un patrón similar en cada una de las edades de rebrote durante esta época.

La época del año tuvo un efecto significativo en el rendimiento de forraje, altura y cobertura de las plantas. A lo largo del año el patrón de crecimiento fue común a todas las especies. En general, conforme el tiempo pasó, desde la época de seca hasta la de lluvias, la producción de forraje se incrementó. El mayor detrimento en el desarrollo y productividad, ocurrió en la época de sequía. La producción de forraje menor en la época de nortes, se debió muy probablemente a la disminución en horas luz. La acumulación de forraje está fuertemente relacionada con la humedad del suelo, la temperatura y las horas luz (cantidad y calidad) de que disponen las plantas cada época, lo que significa que, independientemente de la especie, la cantidad de forraje disponible para el animal no es la misma durante el año y, por consiguiente, los planes de manejo de las praderas (carga animal y sistema de pastoreo) deben realizarse en función a la producción de forraje por época<sup>(9,10)</sup>.

Todas las especies, gramíneas y leguminosas, presentaron una mayor producción de forraje a la mayor edad de rebrote (12 semanas). Esto concuerda con otros estudios dónde se observó que la edad al corte determina la cantidad de forraje acumulado<sup>(11)</sup>. Sin embargo, dicha edad influye negativamente en la calidad del forraje, pues si el corte es frecuente,

tended to remain constant, except in *C. argentea* which showed an increase.

Changes in DM yield between cutting ages were not so evident in the dry season. In this season, no differences were found in the first three regrowth stages. Yield increased only from 0.5 to 1.2 t ha<sup>-1</sup> between 3 and 12 wk regrowth. On the other hand, in the rainy season, yield at 3 wk regrowth was 1.6 t ha<sup>-1</sup> increasing to 2.6 t at 12 wk. Plant height and cover followed a similar pattern in this season.

Season had a significant effect on DM yield, plant height and plant cover, throughout the year, the growth pattern was similar for all species. In general, as time went by, from the dry season to the rainy season, DM yield showed increases. The greatest detriment in growth and productivity took place in the windy season, probably due to a decrease in daylight hours. DM accumulation is strongly linked to soil moisture, temperature and daylight (quantity and quality) available in each season. This means that regardless of species, the amount of available feed varies throughout the year and therefore, pasture management (stocking rate and grazing system) should be adapted to DM production in a specific season<sup>(9,10)</sup>.

All species, grasses and legumes alike, showed greater DM yield at the longest regrowth age (12 wk). These findings agree with other studies which report that cutting age determines the amount of accumulated forage<sup>(11)</sup>. However, the cutting interval negatively influences forage quality, as in short cutting intervals, fodder quality is of high quality, but DM yield is lower<sup>(9,10)</sup>. Crude protein content in grasses at 12 wk regrowth is around 5 %, while at 6 wk 9 % content can be found, so studies can be used to determine harvest intervals when programming grazing systems<sup>(12)</sup>.

All species showed the same growth pattern throughout the year: higher yield in the rainy season, which decreased in the windy and dry seasons. This pattern has been reported also by other authors<sup>(13)</sup>, however, yield response in each specie depends not only on the local environment but also on genetic characteristics<sup>(14)</sup> and a result,

el forraje es de alta calidad, pero la producción de MS es menor. Sin embargo, si se aumenta la edad, aumenta la producción de forraje pero disminuye la calidad<sup>(9,10)</sup>. La cantidad de PC de las gramíneas, a las 12 semanas de rebrote, es alrededor del 5 %, mientras que a seis semanas es del 9 %, por lo que estudios de esta naturaleza se pueden utilizar para determinar la longitud del periodo de recuperación al plantear un sistemas de pastoreo<sup>(12)</sup>.

Durante el año, todas las especies presentaron un patrón de crecimiento similar: mayores rendimientos durante la época de lluvias, que descendieron en las épocas de nortes y sequía. Esta fluctuación ha sido informada por otros investigadores<sup>(13)</sup>; sin embargo, la respuesta productiva de cada especie, no solamente depende del ambiente en donde desarrolla, sino también de sus características genéticas<sup>(14)</sup>, y como resultado, las plantas pueden responder en forma distinta en crecimiento y producción, aún en una misma época. En este estudio *C. argentea* y *C. juncea*, *P. maximum*, *A. gayanus*, y *Paspalum atratum* sobresalieron por su alto rendimiento en cada época evaluada y en el rendimiento total. En *Panicum* sp la producción de MS fue similar a la informada por otros autores que evaluaron diversas accesiones de *P. maximum* en diversos ambientes<sup>(15)</sup>.

La altura aumentó conforme avanzó la edad de rebrote. Sin embargo, las especies evaluadas presentaron alturas diferentes ( $P < 0.05$ ), en cada edad de rebrote. Esto se debió en parte, a la morfología y genética de la planta, que establece un límite de crecimiento y al manejo al que se somete cada planta como la edad de rebrote entre cortes<sup>(14,16)</sup>. Como resultado, *Panicum* sp y *A. gayanus* presentaron alturas superiores a 60 cm, desde las tres semanas de rebrote, debido a su hábito de crecimiento amacollado, mientras que las demás sólo alcanzaron esa altura hasta las nueve semanas, debido a su crecimiento decumbente y alta producción de estolones.

La mayoría de las gramíneas presentó una cobertura mayor al 60 %, a las seis semanas de rebrote, tiempo en que existió un balance adecuado entre la producción y la calidad del forraje, esto indicaría

plants can show different responses in growth and yield even in the same season. In the present study *C. argentea*, *C. juncea*, *P. maximum*, *A. gayanus* and *Paspalum atratum* stood out for their high yield in each season and in total production. For *Panicum* sp. DM production was similar to that reported in other authors who evaluated several *P. maximum* accessions in diverse environments<sup>(15)</sup>.

Plant height increased with cutting interval. However, the species evaluated in the present study showed different height ( $P < 0.05$ ) for each regrowth interval. This is due in part to plant morphology and genetics, which set a limit to growth and also to grazing management and plant regrowth after defoliation<sup>(14,16)</sup>. As a result, *Panicum* sp. and *A. gayanus* showed height of more than 0.60 m from 3 wk regrowth interval, due to its growth habit, while all the other species reached that height only at 9 wk harvest interval due to decumbent growth habit and high stolon production.

Most grasses presented a greater than 60 % sward cover at 6 wk regrowth, showing an adequate balance between forage yield and quality. This clearly indicates that these species should not be used in shorter intervals. *Brachiarias* quickly covered ground, a result similar with reports of other authors<sup>(4,10)</sup>, which indicate that species belonging to this genus, owing to their aggressiveness, stolon number and soil covering capacity are highly promising for recovering weed invaded areas, a frequent condition in the area covered by the present study. Sward cover increased as plants grew, which is an acceptable degree of adaptation of the evaluated grasses to growing conditions. In legumes the same behavior was observed and results indicate great aggressiveness and therefore, a high capacity for initial competitiveness, which could help prevent weed invasion in the first growth stages, reducing maintenance costs<sup>(17)</sup>.

Both season and regrowth age affected DM production in the evaluated species. Greater yield, plant height and plant cover was obtained in the rainy season at 12 wk regrowth in *P. maximum*, *A. gayanus* and *P. atratum* grasses and in *C. argentea* and *C. juncea* legumes. Fodder production in these

que para alcanzar un buen establecimiento, estas especies no debieran utilizarse antes de ese tiempo. Las *Brachiarias* cubrieron rápidamente el suelo, lo cual coincidió con lo informado por otros autores<sup>(4,10)</sup>, que indican que las especies de este género, debido a su agresividad, número de estolones y capacidad de cubrimiento del suelo, son altamente promisorias para recuperar zonas invadidas de malezas, condición frecuente en el área de estudio. La cobertura aumentó conforme crecieron las especies, lo que indica que la adaptación de las gramíneas evaluadas fue aceptable. En las leguminosas se observó el mismo comportamiento, y sus resultados indicaron alta agresividad y por lo tanto, alta capacidad de competencia inicial, lo que prevendría la invasión por malezas en estadíos tempranos de establecimiento, reduciendo así los costos de mantenimiento de las praderas<sup>(17)</sup>.

Se determinó que la época del año y edad de rebrote afectaron el rendimiento de MS de las especies evaluadas. El mayor rendimiento, altura y cobertura se obtuvo en la época de lluvias a las 12 semanas de rebrote en las gramíneas *P. maximum*, *A. gayanus*, y *P. atratum* y las leguminosas *C. argentea* y *C. juncea*. La distribución del forraje, de estas especies, a lo largo del año, es más homogénea, por lo que se presentan como alternativas para aumentar la productividad de las pasturas de la región.

## LITERATURA CITADA

1. Pizarro EA. Especies arbustivas, gramíneas y leguminosas para el trópico americano. IX Seminario internacional sobre manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Venezuela 2005:30-49.
2. Valles B, Castillo E, Hernández T. Producción estacional de leguminosas forrajeras en Veracruz, México. Pasturas Tropicales CIAT. Colombia.1992;14(2):32-36.
3. Sosa RE, Sansóres LL, Zapata BG, Ortega RL. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. Téc Pecu Méx 2000;38(2):105-117.
4. Sosa RE, Pérez RD, Ortega RL, Zapata BG. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. Téc Pecu Méx 2004;42(2):129-144.
5. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Manual para la evaluación agronómica, Red internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Editor técnico: José M Toledo. Cali, Colombia. 1982.
6. Shorter R, Byth DE, Mungomery VE. Genotype X environment interactions and environmental adaptation. II: Assessment of environmental contributions. Aust J Agric Res 1977;(2):223-235.
7. Sosa RE, Cabrera TE, Zapata BG, Pérez RD. Producción de semilla de leguminosas forrajeras: *Clitoria ternatea*, *Mucuna pruriens* y *Pueraria phaseoloides*. Folleto técnico. INIFAP-CIRSE 1999.
8. Sosa RE, Zapata BG, Pérez RD. Tecnología para la producción de la leguminosa forrajera *Clitoria ternatea* L. una opción para la ganadería en Quintana Roo. Folleto técnico INIFAP-CIRSE 1996.
9. Menzi HJ, Blum H, Nosberger J. Relationship between climatic factors and the dry matter production of swards of different composition at two altitudes. Grass Forage Sci 1991;(46):223-230.
10. Hernández GA, Martínez HP, Mena UM, Perez PJ, Enriquez QJF. Dinámica del rebrote en pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. Tec Pecu Mex 2002;40(2):193-205.
11. Chacon LC. Evaluación de pasturas de *Brachiaria humidicola* sola y en asociación con *Desmodium ovalifolium* en sistema de pastoreo rotativo, al norte del estado Táchira. IX Seminario internacional sobre manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Venezuela 2005:138-140.
12. Sotomayor R, Rodríguez GJ, Vélez S. Effect of three harvest intervals on the yield and protein content of ten Brachiarias. J Univ Puerto Rico 1981;(65):147-154.
13. Ramírez RO, Pérez PJ, Hernández GA, Herrera HJ, Martínez HP. Evaluación del rendimiento y la utilización de la asociación estrella-clitoria cosechada a diferente asignación de forraje. Téc Pecu Méx 2003;41(2):219-230.
14. Chapman DF, Lemaire G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. Proc XVII Internat Grass Congr. New Zealand and Australia. 1993:95-104.
15. Costa NL, Cruz OR. Evaluación agronómica de accesiones de *Panicum maximum* en Rondônia Brasil. Pasturas Tropicales CIAT. Colombia.1994;16(2):44-47.
16. Sosa RE, Días SH, Pérez RL, Morones RR. Producción estacional de especies forrajeras perennes en monocultivo y mezcla. Téc Pecu Méx 1998;36(1):59-71.
17. Suárez S, Machado FL. Adaptación y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Supía, zona cafetera de Colombia. Pasturas Tropicales 1988;10(2):30-33.

End of english version