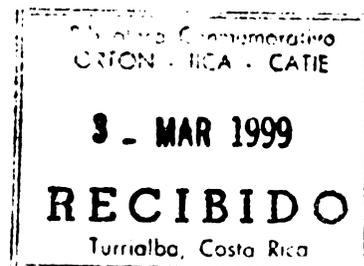


ATLANTIC ZONE PROGRAMME



Field Report No. 58

**RESPUESTA DEL PASTO BLIFANTE ENANO (Pennisetum purpureum Schum.)  
A DIFERENTES INTENSIDADES Y FRECUENCIAS DE PASTOREO EN  
EL TROPICO HUMEDO (GUAPILES) DE COSTA RICA**

P. van der Grinten

Setiembre, 1990

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE  
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA - CATIE

AGRICULTURAL UNIVERSITY  
WAGENINGEN - AUW

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y  
GANADERIA DE COSTA RICA - MAG

Camaron que se duerme  
se lo lleva la corriente

Hermógenes Hernández H., 1987

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su más sincero agradecimiento al personal del Proyecto Silovopastoril (CATIE/CIID), al Programa Zona Atlántica (CATIE/UAW) y también al Ministerio de Agricultura en los Diamantes, Guápiles. Se agradece de manera muy especial al Sr. Jorge Enrique Lobo Rivera (Marra) por su amable colaboración durante no solo en el trabajo de campo sino también en todos los aspectos que hicieron mi estancia en Costa Rica muy agradable.

Se hace un agradecimiento extensivo a los Drs. L 't Mannelje y Francisco Romero quienes me dieron la posibilidad de cumplir con el requisito para optar al título de Ir. en Ganadería Tropical en el grado de Maestría de la Universidad Agrícola de Wageningen. Quiero dejar expreso mi reconocimiento a Muhammad Ibrahim M.Sc., por la ayuda técnica y amistad que me brindó en forma tan desinteresada.

Philippe van der Grinten, 1989

## RESUMEN

Este experimento se realizó entre los meses de junio hasta diciembre de 1989 en la Estación Experimental del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Los Diamantes, ubicada en Guápiles, Costa Rica. El objetivo del presente trabajo fue la evaluación del efecto de diferentes combinaciones de intensidades y frecuencias de pastoreo, sobre el rendimiento, la calidad, la persistencia y la utilización del pasto elefante enano cv. Mott (Pennisetum purpureum Schum.) bajo las condiciones del trópico húmedo. Se utilizaron animales híbridos (Brahman x Bos taurus) oscilando los pesos vivos entre 200 a 300 kg.

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas, donde las parcelas grandes se formaron por frecuencia e intensidad y las parcelas pequeñas por los ciclos sucesivos. Las nueve combinaciones de tratamientos (3x3 factorial) y las dos repeticiones resultaron en 18 parcelas experimentales. Las intensidades de pastoreo evaluadas fueron: 500, 900 y 1300 kg de materia seca (MS) de hojas residuales y las frecuencias de pastoreo estudiadas fueron: 21, 28 y 35 días de descanso entre dos períodos de defoliación.

Las variables de respuesta fueron la producción y la calidad de materia seca (hojas y tallos) antes de cada ciclo de pastoreo así como también la composición botánica y el porcentaje de hojas del total. La calidad del pasto se evaluó en términos de concentración de proteína cruda (PC) y su digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).

El rendimiento diario del pasto osciló entre 26 y 54 kg MS de hojas por hectárea y fue menor ( $p < 0.05$ ) con un período de descanso de 21 días. Con una cantidad residual de hojas de 900 kg/ha se observó un mayor rendimiento ( $p < 0.05$ ). La interacción entre los efectos de los dos tratamientos no mostró diferencias significativa.

Durante los cuatro meses de prueba el rendimiento bajó ( $p < 0.001$ ), reflejando así el efecto de la floración, lo cual ocurrió en la segunda parte del experimento.

El porcentaje de hojas fue alto (53-64%) con un período de descanso de 35 días ( $p < 0.05$ ). Durante el experimento ( $p < 0.05$ ) se encontró una disminución en el porcentaje de hojas debido a la floración.

El porcentaje de materia seca (%MS) aumentó significativamente ( $p < 0.01$ ) gracias a los largos períodos de descanso. No obstante, parece que existe una asociación entre el %MS y la precipitación.

La eficiencia de la utilización, expresado como conversión de forraje consumido por cantidad de pasto producido, aumentó en la medida que la intensidad ( $p < 0.01$ ) y la frecuencia ( $p < 0.05$ ) de pastoreo aumentaba ( $p < 0.01$ ). La eficiencia osciló entre 42 y 72%. El pasto elefante enano tiene la ventaja de ser más denso y por eso su consumo es eficiente.

Los factores de pastoreo no afectaron significativamente el porcentaje de materia inerte (%MI), no obstante este fue mayor con residuos altos (11.3-15.6%).

Parece haber una ligera interacción ( $p < 0.05$ ) entre los efectos de la intensidad y la frecuencia de pastoreo con respecto a la carga animal. La tendencia nos indica que la carga animal fue alta ya que el residuo fue de 900 kg/ha con período de descanso ascendente (3.1-4.5-5.5). El porcentaje de proteína cruda (%PC) en las hojas disminuyó ( $p < 0.01$ ) con la edad del pasto ( $\pm 15.4$ -11.3%), además se encontraron valores más elevados en las hojas que en los tallos ( $\pm 8.8$ -6.6%). Es necesario aclarar que se encontraron tendencias similares en la digestibilidad con valores de 65.0-63.6% y 59.8-59.5% por hojas y tallos respectivamente, aunque no si significativamente. Estos valores fueron más altos comparativamente que en muchos otros pastos tropicales encontrados a la edad de cuatro a cinco semanas.

En la composición botánica de las praderas se mostró un descenso en el porcentaje del pasto enano, pero este porcentaje bajó más ( $p < 0.01$ ) con un período de descanso corto. La combinación de descansos y residuos bajos parecieron dar un efecto negativo a la persistencia del pasto. Los cambios en los porcentajes de las otras especies no mostraron diferencias significativas.

No se encontraron problemas con enfermedades y pestes con la excepción de las áreas húmedas o inundadas de las parcelas.

Las tendencias generales sugieren que el pasto elefante enano no tolerará defoliaciones bajas y repetidos. El pasto elefante enano ha demostrado tener buenos rendimientos en cantidad y calidad, sin embargo se recomienda continuar el presente experimento y evaluar el pasto en términos de producción animal, tanto de carne como de leche.

## SUMMARY

The work presented was executed between June and December 1989 in the experimental station of the Ministry of Agriculture of Costa Rica (MAG), 'Los Diamantes', situated in Guápiles in the humid atlantic zone. The objective was to evaluate Dwarf Elephantgrass (Pennisetum purpureum Schum.) cv. Mott. The effect of different treatment combinations of intensity and frequency of grazing on the productivity, quality, persistence and utilization of this pasture in the humid tropics was taken into account.

A split-plot design was used for analyzing the data with intensity and frequency of grazing on the one hand and the successive periods of defoliation on the other hand as the big and small plots, respectively. Nine treatment combinations (3x3 factorial) were evaluated in duplo. The intensities investigated, defined as kg residual leaf dry matter (DM) per hectare after grazing, were 500, 900 and 1300 kg/ha. The frequencies studied were 21, 28 and 35 days rest between two grazing cycles.

The response variables measured were the quantity and quality of DM (leaf and stem) before and after each grazing period and the botanical composition. The forage quality was determined on crude protein content (%CP) and in vitro dry matter digestibility (IVDMD).

The daily yield fluctuated between 26 and 54 kg leaf DM/ha and was lower ( $p < 0.05$ ) with a rest period of 21 days. With residues of 900 kg leaf DM/ha significant higher yields were found ( $p < 0.05$ ). Although obviously present, the interaction between the two treatments was not found to be significant. During the course of the experiment the daily production decreased ( $p < 0.001$ ), showing the impact of flowering, which occurred in the second half of the experiment.

With a 35 days rest period, a high percentage leaves (53-64%) was recorded in the total plant ( $p < 0.05$ ). This percentage decreased for all treatments ( $p < 0.05$ ) during the course of the

experiment. The dry matter content (%DM) increased significantly ( $p < 0.01$ ) with increasing length of rest periods, but the correlation between rainfall and this %DM seemed to be of more importance. The efficiency of utilization, expressed as the percentage conversion of forage from the quantity of forage present (%), increased (42-72%) with diminishing residues ( $p < 0.01$ ) and increasing frequencies ( $p < 0.05$ ) of defoliation. Although the content of dead material in the plant augmented during the experiment, it was not found to be affected by the different treatments. The stocking rate (Animal Unit = 400 kg) showed a light interaction for the two treatments ( $p < 0.05$ ) and was found to be high with a residue of 900 kg leaf DM/ha and increasing rest periods.

The %CP in the leaves diminished ( $p < 0.01$ ) with longer rest periods (15.4-11.3%) and was recorded to be higher in leaves than in stems (8.8-6.6%). Although less clear and not significant, similar tendencies were found for the digestibility, with 65.0-63.6% and 59.8-59.5% for leaves and stems, respectively. Values recorded for other tropical pastures at the same age (4-5 weeks) were much lower than the values in this pasture.

The recordings of the botanical composition showed a decrease in the presence of Dwarf Elephantgrass during the course of the experiment. This decrease was more prominent with short rest periods. Especially the combination of short rest periods and strong defoliations resulted in a decline in the vigor of the pasture. The changes in the presence of other species were not found to be significant.

In this experiment Dwarf Elephantgrass was determined as a high yielding pasture with a good quality and as such seems to have possibilities for introduction in the zone. However, it has to be stressed, that this pasture does need good soil conditions and good management to be able to demonstrate its potentials. Besides, it is recommended to investigate the potentials of the pasture in terms of animal production.

## INDICE

Agradecimiento

Resumen

Summary

Indice

1	Introducción.....	1
2	Revisión de Literatura.....	2
	2.1 Utilización de Pastos Mejorados.....	2
	2.2 Los Pastos Principales.....	5
	2.3 El Pasto de Corte.....	7
	2.4 El Pasto Elefante Enano.....	8
3	Materiales y Métodos.....	11
4	Resultados y Discusión.....	14
	4.1 Rendimiento.....	14
	4.2 Porcentaje de Hojas.....	16
	4.3 Materia Seca.....	17
	4.4 Eficiencia de Utilización.....	19
	4.5 Materia inerte.....	20
	4.6 Carga Animal.....	21
	4.7 Proteína Cruda y Digestibilidad.....	22
	4.8 Composición Botánica.....	25
5	Conclusiones y Recomendaciones.....	28
	Literatura Citada.....	31
	Anexos.....	37

## 1 INTRODUCCION

La creciente demanda por alimentos de alto valor biológico como la carne y la leche, producto de la alta tasa de crecimiento demográfico de los países en desarrollo, no ha ido acompañada por una oferta similar, sino que paradójicamente el consumo per capita de alimentos ha disminuido.

Bajo las condiciones tropicales, el factor más limitante en la producción bovina es la cantidad y calidad de forraje disponible a través de todo el año. Aún durante las épocas de buena disponibilidad de forraje la calidad es deficiente.

Para mejorar esta producción, una alternativa es la introducción de un germoplasma de mayor rendimiento y calidad, el cual con el manejo adecuado podría ser capaz de ayudar a solventar este déficit nutricional e incrementar la producción por animal y por hectárea.

El pasto elefante enano (Pennisetum purpureum schum. cv. Mott) ha demostrado tener buenos rendimientos en cantidad y calidad bajo condiciones sub-tropicales de Florida. Sin embargo, no existe información de su comportamiento bajo las condiciones tropicales húmedas de Centroamérica. El CATIE, a través de su proyecto Sistemas Silvopastoriles para el Trópico Húmedo, con apoyo financiero del CIID, ha comenzado la evaluación de este forraje bajo pastoreo en la región de Guápiles, Costa Rica.

El objetivo del presente trabajo fue continuar con las evaluaciones acerca del efecto de la intensidad y frecuencia de pastoreo sobre la producción del pasto elefante enano (cv. Mott) bajo las condiciones del trópico húmedo (Guápiles) de Costa Rica.

## 2 REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Utilización de Pastos Mejorados

En el trópico húmedo la mayor restricción en la nutrición bovina es la mala calidad de los forrajes disponibles. De ahí la necesidad de encontrar una especie de pasto que no solo sea resistente a las plagas y enfermedades, se adapte a suelos de fertilidad mediana a baja, sino que también soporte el pastoreo y tenga una relación hoja/tallo alta y de buena calidad que promueva un consumo superior al de los pastos tradicionalmente presentes ('t MANNETJE y EBERSOHN, 1980).

Un aumento en la producción de forraje solamente será ventajoso en la medida que resulte en un aumento en la producción animal (TAINTON, 1974). En pastoreo, no es posible de obtener una producción máxima por animal y por hectárea simultáneamente (BLASER, 1982), pero para obtener buenas producciones por área se requiere de adecuadas producciones por animal (GREENHALGH, 1975).

La producción animal por área se aumenta a medida que se aumenta la carga animal hasta un punto óptimo después del cual las producciones por animal son tan bajas que la producción por área también disminuye (HUMPHREYS, 1966). La relación entre la producción por animal (Y) y la carga animal (X) es lineal, según  $Y=2-X$ . Eso indica que se encuentra una producción animal de cero cuando se aplica una carga animal redoblada del producción máxima por hectárea (JONES y SANDLAND, 1974). Según MCMEEKAN y WALSH (1963) el punto óptimo en la productividad por hectárea podría estar alrededor de una reducción en la producción por animal del 10-12 %. A medida que se aumenta la carga animal, una depresión en el consumo de forraje puede aumentar la eficiencia de utilización del pasto (expresado como conversión de forraje consumido por cantidad de pasto producido). Sin embargo, restricciones más fuertes en el consumo resultan en una alimentación insuficiente que reduce sensiblemente los rendimientos por animal y por área (CAMPBELL, 1966).

La selectividad del animal también es afectada en una forma negativa por la carga animal. Si los animales tienen la posibilidad de seleccionar, el forraje consumido será de superior calidad que el promedio del forraje disponible en la pastura (RALPHS ET AL., 1986; ROBERTS, 1980). El tipo de selección por ovinos en establo parece ser similar a lo de los animales en pastoreo (ZEMMELINK, 1980).

Para una adecuada utilización de un pasto este se debe pastorear antes que la disponibilidad del mismo sea demasiado alta, ya que de lo contrario la defoliación sera ineficiente. Si la disponibilidad es baja, la proporción de plantas sin ser defoliadas decrese y se obtiene una mayor uniformidad en la edad de las plantas y rebrotes. A mayores niveles de disponibilidad, la edad de las hojas y la respuesta de las plantas al pastoreo es más diverso, existiendo algunas plantas que no son consumidas. Este material que no es consumido contribuye a aumentar la ineficiencia de utilización de la pastura ya que la fracción senescente se aumenta. Baja altas presiones de pastoreo se pierde menos material por descomposición y envejecimiento.

Los sistemas de manejo del pastoreo, en términos de días de ocupación y descanso y carga animal, afectan directamente la disponibilidad y la relación hoja/tallo del pasto. DAVISON et al. (1981) concluyen que cualquier decisión que se haga sobre el manejo de una pastura, eso debería ser orientada a mejorar la disponibilidad total de forraje en lugar de alguno de sus componentes.

Los resultados de MOTAZEDIAN y SHARROW (1986), indican que períodos de pastoreo cortos con períodos de descanso largos podría resultar en un rendimiento de materia seca más alto que un sistema de pastoreo continuo, aunque las intensidades de pastoreo en el sistema rotacional sean altas. Según BROUGHAM (1959) el rendimiento del pasto es más alto con períodos de descanso largos, al respecto NOY-MEIR (1976) no encontró grandes diferencias entre pastoreo continuo y el sistema rotacional cuando se utilizan períodos de

descanso cortos. La apropiadad del sistema continuo o rotacional de pastoreo para evaluar pastos se confundió con la cuestión lo cual de los dos sistemas es superior ('t MANNETJE et al., 1976).

MCMEEKAN y WALSH (1963) sugieron que la intensidad de pastoreo (carga animal o residuo) tiene más efecto sobre la producción del pasto que el largo de los períodos de descanso. Sin embargo, en estas investigaciones la aplicación de las fertilizantes fue mucho más baja que la cual se considera a ser optima para la producción de pasto (LANTINGA, 1985). MOTAZEDIAN y SHARROW (1986) y WHEELER et al. (1973) sostienen que es la interacción entre intensidad y frecuencia la que tiene mayor importancia.

El crecimiento de hojas y su contenido de nitrógeno tienen una relación positiva con la frecuencia e intensidad de defoliación. Por consiguiente, un sistema rotacional de pastoreo, con intensidades suaves, resultaría en un forraje de menor calidad que el seleccionado por el ganado bajo pastoreo continuo (HUMPHREYS, 1966). Contrariamente, a los sistemas intensivos de manejo, la ventaja de un sistema de pastoreo rotacional es que el forraje es de mejor calidad. Resultando de una disminución de la cantidad de material muerto, eso depende de los especies presente (CAMPBELL, 1966). La proporción de este material muerto sería un índice del grado de envejecimiento, el cual aumenta con cargas animal decrecientes (STUTH et al., 1981).

Generalmente se reconoce que la utilización del pastoreo rotacional es justificable solamente utilizando una carga animal alta (TAINTON, 1974). Así MCMEEKAN y WALSH (1963) indican que las ventajas del sistema rotacional, se encontraron con niveles de carga animal elevados, aún más solamente bajo niveles de carga animal elevados. El punto óptimo de carga animal fue de 5-10 % superior para un sistema rotacional que para un sistema continuo de pastoreo. Una ventaja adicional del pastoreo rotacional sobre el pastoreo continuo es la persistencia de la vegetación deseada, especialmente sobre un período elongado (STOBBS, 1969b). Del

trabajo ejecutado en las zonas templadas se puede concluir que el sistema de pastoreo per se tiene muy poco efecto a la producción animal. Para evaluar los pastos se prefiere una carga animal fija bajo un sistema continuo de pastoreo. Eso es el sistema lo más fácil y barato para ejecutar. No obstante, unos especies son más productivos bajo un sistema rotacional de pastoreo que bajo un sistema continuo, lo cual parece a disminuir el vigor del pasto. Eso necesita a ser investigado ('t MANNETJE et al., 1976). En contrario, STOBBS (1969b) reporta que bajo una intensidad alto de pastoreo hay una indicación considerable que el pastoreo rotacional tiene unas ventajas sobre el pastoreo continuo. Por otra parte, debe enfatizarse que un sistema de pastoreo continuo requiere una experiencia de manejo considerable para guardar el equilibrio entre el pasto y el animal (LANTINGA, 1985).

## 2.2 Los Pastos Principales

En la Zona Atlántica de Costa Rica y muchas otras regiones en América Central, los principales pastos en las fincas son de baja producción y calidad. Gran parte de las praderas son de origen natural y se componen de pastos con poco potencial, como Ischaemum ciliare (Ratana), Axonopus compressus, Paspalum notatum y P. conjugatum. Una posible intervención podría ser la introducción de especies de mayor crecimiento y mayor consumo, pero esto conllevaría a una mejora en el manejo ya que estas especies desaparecen cuando la carga animal es inconveniente o cuando el pastoreo sea continuo (AVENDAÑO et al. 1986).

Los rendimientos y calidades de algunas pastos mejorados se presentan en el cuadro la.

**Cuadro 1a.** Rendimiento (Kg MS/ha/28 días), contenido de proteína cruda (% PC) y digestibilidad (DIVMS) de unos pastos mejorados.

Pasto	Rendimiento (Kg MS/ha/28 días)	Proteína cruda (%)	Digestibilidad (% de MS)
<i>Ischaemum ciliare</i>	753.2	4.5	52.1
<i>Digitaria sp.</i>	699.8	8.4	59.0
<i>Hemarthria altissima</i>	947.3	6.8	57.5
<i>Cynodon nlemfluensis</i>	1163.7	7.0	55.9
<i>Brachiaria decumbens</i>	708.4	7.0	59.3
<i>Br. ruziziensis</i>	535.9	7.5	59.7
<i>Br. radicans</i>	626.4	6.8	53.9

Fuente: HERRERA, 1983

El rendimiento y la calidad del forraje dependen principalmente del sistema de manejo. Bajo condiciones de manejo adecuado y de buena fertilización los pastos "mejorados" poseen mejores potencial de producción que los naturales (cuadro 1b).

**Cuadro 1b.** Rendimiento (Kg MS/ha/28 días), contenido de proteína cruda (% PC) y digestibilidad (DIVMS) de unos pastos mejorados.

Pasto	Rendimiento (Kg MS/ha/28 días)	Proteína cruda (%)	Digestibilidad (% de MS)
<i>Digitaria sp.</i>	974 <sup>1</sup>	9.0 <sup>2</sup> - 11.0 <sup>1</sup>	55.5 <sup>2</sup> -62.0 <sup>1</sup>
<i>Hemarthria altissima</i>	1528 <sup>2</sup> - 873 <sup>1</sup>	13.3 <sup>2</sup> - 10.1 <sup>1</sup>	58.7 <sup>2</sup> -65.0 <sup>1</sup>
<i>Cynodon nlemfluensis</i>	1120 <sup>1</sup>	9.8 <sup>1</sup>	-

Fuente: <sup>1</sup> KALMBACHER *et al.*, 1985  
<sup>2</sup> PIZARRO, 1988

TERGAS *et al.* (1988) y CARO Y VICENTE (1979) recomiendan pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y especies de *Brachiaria* como pastos de buen rendimiento y de alta calidad que poseen la capacidad para una producción animal alta bajo sistemas de manejo muy intensivos.

### 2.3 El Pasto de Corte

Otra forma de intensificar la producción es el uso de pastos de corte. En zonas tropicales, las variedades "altas" de pasto elefante (Pennisetum purpureum Schum.) se usan principalmente como forraje de corte, para aprovechar su potencial de producción de materia seca (MENDOZA y SCHANK, 1987). Esto permite aumentar la producción por área y hacer un uso intensivo de mano de obra. El ganado apetece mucho el pasto elefante (RIVERA-BRENES et al., 1959) pero el valor nutritivo se reduce sustancialmente (% PC menores a 8 %) a medida que aumenta la edad. Sin el suministro de proteína adicional, la calidad de un pasto de este tipo puede ser apropiada para la producción de carne, pero no sería suficiente para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción de vacas lecheras altamente productoras (MENDOZA y SCHANK, 1987).

Bajo condiciones sub-tropicales de la Florida, el ensilaje del pasto elefante fue de baja calidad. La henificación fue muy difícil y el pastoreo continuo resultó en un rendimiento bajo. El uso del tipo alto estuvo limitado a causa de estos factores (SOLLENBERGER et al., 1987).

El contenido de proteína cruda varía ampliamente y depende de la frecuencia de corte o pastoreo, fertilidad del suelo, aplicación de fertilizantes y de la relación hoja/tallo. Con la edad, el contenido de proteína y la digestibilidad disminuyen, pero hay que mencionar que existen grandes diferencias entre los cultivares (WEGE, 1987). Resultados de algunos experimentos indican que existe la posibilidad para seleccionar por alta digestibilidad en pastos tropicales, dando énfasis al valor nutritivo y su persistencia con la edad, así como resistencia a plagas y enfermedades (MINSON, 1971).

Las correlaciones demuestran que la mayor proporción de hojas en las plantas influye positivamente en el contenido total de proteína cruda y negativamente sobre el contenido de fibra. Este resultado sugiere la posibilidad de trabajar en la búsqueda de variedades de elefante con mayor proporción de hojas (RODRIGUEZ y

BLANCO, 1970). Existe una oportunidad a manipular el balance entre rendimiento y calidad, especialmente si la disminución en el rendimiento es debido primeramente a una menor proporción de tallos (WILSON y MINSON, 1980).

#### 2.4 El Pasto Elefante Enano

El pasto elefante enano (Pennisetum purpureum Schum. cv.Mott) posee una alta relación hoja/tallo y una excelente capacidad de retoño después del pastoreo (SCHANK, 1985). Además posee tallos de calidad superior al resto de los pennisetums. Las variedades enanas de pasto elefante producen aproximadamente la tercera parte de las variedades de porte alto, pero eso se ve compensado, en parte, por la mejor calidad del forraje (MENDOZA y SCHANK, 1987).

En pastos tropicales maduros, las hojas son pequeñas y dispersadas con relación a los tallos florales lo que resulta en un consumo limitado debido al tamaño del bocado. También la densidad de los tallos puede afectar este consumo (WILSON y MINSON, 1980). En los pastos los rangos sobre estas cualidades están relativamente constante. Hay algunas especies de forraje que pueden servir como una solución de estos problemas por que el consumo no está reducido por los mismos (GREENHALGH, 1975). AVENDAÑO et al. (1986) menciona que las gramíneas de porte alto fueron preferidas y defoliadas en mayor grado durante el pastoreo que las especies rastreras.

Según MENDOZA y SCHANK (1987), las nuevas variedades de pasto elefante enano, las cuales tienen una mayor proporción de hojas que las variedades de porte alto de Pennisetum purpureum, podrían ser utilizado bajo pastoreo, debido a que los tallos son muy cortos y no hay la necesidad de cortarlos después de cada pastoreo. La mayor productividad con pasto elefante enano sería debido a un mayor consumo voluntario de materia seca, comparado con otros pastos tropicales (FLORES et al., 1989).

SOLLENBERGER et al. (1987) reportan que el pasto elefante enano es capaz de producir niveles más altos de ganancia de peso

vivo que la mayoría de los forrajes perennes, lo cual se atribuye a su calidad superior. Además, para la mayoría de los pastos (sub)tropicales, períodos de descanso largos disminuyen la calidad. Sin embargo, un ciclo de pastoreo muy corto (10 a 14 días) se encontró a ser menos productivo que ciclos largos (25 a 28 días) (STOBBS, 1969a). Según SOLLENBERGER et al. (1988b) la digestibilidad del pasto enano no parece ser afectada por períodos de descanso más largos. Esta cualidad se puede aprovechar mediante la utilización de períodos de descanso más largos con lo cual se pueden obtener mayores rendimientos (VEIGA et al., 1985). Según KALMBACHER et al. (1985) la calidad superior de pasto enano es causado por su proporción más grande de hojas, mientras que MENDOZA y SCHANK (1987) atribuyen este fenómeno además a la mejor calidad de los tallos.

También en regiones tropicales con una estación seca definida, el pasto enano tiene posibilidades. No obstante que su rendimiento es más alto durante épocas lluviosas (MOTT, 1984), el pasto enano es tolerante a la sequedad y produce nuevo crecimiento más avanzada la estación seca que otros pastos (SOLLENBERGER et al., 1988b). Resiste épocas largas de sequedad con un crecimiento reducido y finalmente interrumpido y mostrando una recuperación rápida durante las primeras lluvias (WEGE, 1987).

Sin embargo, el pasto enano tiene sus desventajas. Lo que puede limitar el uso de este pasto en las regiones trópicos húmedos son los problemas de su establecimiento y sus requerimientos nutritivos altos (WOODARD et al., 1985). El pasto es heterozygote en los genes recesivos responsables del enanismo. Además la planta apenas forma semilla (WESTPHAL y JANSEN, 1989). La única forma de la reproducción es a través de material vegetativa (SOLLENBERGER et al., 1988a). Se planta material a una profundidad de cuatro centímetros inclinado a  $\pm 45^\circ$  al suelo. Las distancias de las plantas sería  $\pm 1.0 \times 0.8$  m entre y dentro de las filas respectivamente (IBRAHIM, 1989, SOLLENBERGER et al., 1987). Una nueva forma de la reproducción vegetativa bajo condiciones

tropicales se investigó al cortar partes de las rizomas de 50 x 30 mm y sembrarlas a 20 - 40 mm de profundidad (SOLLENBERGER et al., 1987). En general, el pasto enano se establece más difícil que la mayor parte de los pastos altos. Pastos perennes vigorosos pueden limitar el establecimiento de enano al ofrecerle fuerte competición. Además, el pasto enano requiere suelos bien drenados y de media fertilidad y un manejo adecuado (SOLLENBERGER y JONES, 1986). Por otra parte tiene que mencionar que la introducción del nuevo pasto sería más rendiendo cuando se aplica fertilizantes. Por que su alta producción y su contenido de minerales alto (párrafo 4.7) resulta en una extracción de los minerales del suelo alta y se requiere reemplazo de los mismos para asegurarse de un rendimiento continuo (WESTPHAL y JANSEN, 1989).

Trabajos de hibridación entre mijo-perla enano y pasto elefante enano (Pennisetum sp. x Pennisetum sp.) realizado en 1983, aumentaron la base genética e indentificaron diferentes genotipos con respecto al vigor, entre diecinueve cruzamientos. Estas plantas sirven como base justificada para un mayor uso de híbridos de pasto elefante en zonas húmedas o comunmente inundadas (SCHANK, 1985).

Resumiendo, el pasto elefante enano posee grande potenciales para elevar la producción de forraje y la producción animal. Manejado adecuadamente, el pasto enano muestra un rendimiento alto con una calidad superior a muchos otros pastos. Debido al hecho que esta calidad se mantiene sobre períodos largos, se puede aprovechar el rendimiento de este pasto bajo un sistema más intensivo con una utilización del forraje disponible más eficiente.

### 3 MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Los Diamantes del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), localizada en Guápiles. Guápiles está situada en la zona Atlántica de Costa Rica, a los 10'13" de latitud Norte y los 83'47" de longitud Oeste, a 250 metros sobre el nivel del mar. La temperatura media anual es de 25 °C y la precipitación media anual es de 4533 mm, la cual se encuentra distribuida en forma regular a través de todo el año (véase anexo B). El suelo en Los Diamantes (anexo D) se clasificó como Unión Pachic Fulvudand (Wielemaker, comunicación personal) y esta región se clasifica como bosque muy húmedo tropical.

Las parcelas de elefante enano en este experimento se establecieron entre marzo y agosto de 1988. Al establecimiento se aplicó 50 kg de nitrógeno y 10 kg de fósforo (en forma de Super Fosfato Triple) por hectárea. De noviembre de 1988 a junio de 1989 se utilizaron en un experimento previo después del cual se uniformaron a una altura de 30 cm, 5 y 6 semanas antes del inicio de esta investigación. Durante la fase experimental no se aplicó fertilizantes.

Para pastoreo se utilizaron animales cruzados Brahman con *Bos taurus* de un hato de 70 animales, oscilando los pesos vivos de  $\pm 200$  a  $\pm 300$  kg.

Las dos variables experimentales fueron frecuencia e intensidad de pastoreo. Tres frecuencias (21, 28 y 35 días) definidas como el número de días de descanso entre dos ciclos de defoliación fueron evaluadas. Cada ciclo consistía de tres días de pastoreo. Las intensidades, definido como la cantidad residual de hojas en base seca (MS) se evaluaron a tres niveles; 500, 900 y 1300 kg MS hojas/ha. Para obtener los residuos deseados al final de cada pastoreo se utilizó la fórmula siguiente:

$$PV = \frac{(H_d - H_r) \times A \times 100}{2.5 \times DP}$$

Con: PV = Peso vivo pastando en cada parcela  
 $H_d$  = Peso de MS de hojas disponible (kg/ha)  
 $H_r$  = Peso de MS de hojas residual (kg/ha)  
A = Area de la parcela experimental (ha)  
2.5 = Consumo de MS estimado por 100 kg PV por día  
DP = Días de pastoreo

Usando los pesos vivos resultantes de la fórmula, se aproximó a tres días de pastoreo. Sin embargo, esto no fue siempre posible. Debido a la variación en el consumo de forraje, se hizo necesario de prolongar el período con unas horas o de terminar el ciclo de pastoreo un día mas antes para obtener tanto como fuere posible los residuos de forraje preestablecidos.

Estas intensidades y frecuencias se decidieron después de evaluar los resultados de un experimento previo (IBRAHIM, 1989).

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas, donde las parcelas grandes se formaron por frecuencia e intensidad y las parcelas pequeñas por los ciclos sucesivos. Las dos variables, intensidad y frecuencia, fueron evaluadas utilizando un arreglo factorial 3x3 factorial con nueve combinaciones de tratamientos y dos repeticiones que resultaron en 18 parcelas experimentales.

El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + I_i + F_j + I_i * F_j + C_k + I_i * C_k + F_j * C_k + I_i * F_j * C_k + e_{ijk}$$

Donde:

Y = Variable respuesta  
 $\mu$  = Media general  
 $I_i$  = Efecto de la intensidad i  
 $F_j$  = Efecto de la frecuencia j  
 $C_k$  = Efecto de ciclo k  
 $I_i * F_j$   
 $I_i * C_k$   
 $F_j * C_k$  = Interacción de los efectos  
 $I_i * F_j * C_k$   
 $e_{ijk}$  Error experimental

Durante el ensayo se registraron las siguientes variables:

- La disponibilidad de hojas en kg MS antes del pastoreo.
- La cantidad de hojas (kg MS) residual luego del pastoreo.

Para ambas mediciones se utilizó el "Método de Rendimiento Comparativo" ("comparative yield method") propuesto por HAYDOCK y SHAW (1975). Como unidad de muestreo se tomó una cepa del pasto y no un cuadrado de 0.5x0.5 m. Se realizaron un total de 40 muestras visuales en cada parcela, con un rango de 1 a 5. Estos rangos se cortaron a una altura de 25 cm y para evitar una reducción del pasto presente, se muestreó solamente la mitad del rango 2 y únicamente la cuarta parte en los rangos 3, 4 y 5. En el rango 1 se muestreó la planta completa. Después de separar hojas y tallos se secaron las muestras por 48 horas a 65 °C para determinar el contenido de materia seca.

- Antes de cada pastoreo, se determinó la composición botánica, de acuerdo al "Método de Rango Peso Seco", ("dry-weight-rank method") de 't MANNETJE y HAYDOCK (1963). En cada parcela se asignó los rangos 1 a 3 a las especies diferentes en respecto de cantidad presente en peso seco en 30 cuadros de 0.25 m<sup>2</sup>. Las especies fueron separadas en las siguientes categorías:

- Gramíneas      1 elefante enano (Pennisetum purpureum Schum.)  
                  2 otros pastos cultivados  
                  3 gamelote (Paspalum fasciculatum)  
                  4 otros pastos naturales
- hojas anchas 5 leguminosas naturales  
                  6 malas hierbas
- Cyperáceas    7 especies de cyperáceas

Para el análisis de calidad, se utilizaron las muestras recolectadas en la estimación de la disponibilidad y el residuo. Se determinó el contenido de proteína cruda (%PC) mediante la técnica de micro-Kjeldahl (BATEMAN, 1970) y la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) utilizando la técnica propuesta por TILLEY y TERRY (1963).

## 4 RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados presentados aquí, se colectaron durante un período de cuatro meses. Aunque tal período es corto para un experimento de pastoreo, los valores presentados permiten sacar algunas conclusiones. Entre otros porque las condiciones climaticales en esta región no varían mucho durante el año.

En este capítulo se reportan los promedios por combinación de tratamientos. Y se excluyeron de los análisis los valores del cuarto ciclo de 21 días de descanso (véase el anexo A). Para mostrar las diferencias entre los ciclos sucesivos, en el anexo A se presentan los datos individuales por parcela y por ciclo.

Debe notarse que el experimento fue por cuatro meses, sin embargo este se continuó por cuatro meses más con el fin de sacar conclusiones de los efectos perdurables de los diferentes tratamientos.

No obstante, los valores presentados aquí pueden ser considerados como un indicador preliminar para el manejo conveniente de este nuevo tipo de pasto y además como un criterio para sucesivas investigaciones con el pasto elefante enano en el futuro.

Hay que mencionar además que desde octubre 1989 el pasto estaba en flor, lo cual influyó sin duda en los resultados. No se conoce con previsión hasta cuando el pasto enano continuará su floración.

### 4.1 Rendimiento

El rendimiento diario del pasto elefante enano (Pennisetum purpureum Schum.) osciló entre 26 y 54 kg hojas MS por hectárea (cuadro 4.1), un nivel lo cual es alto en comparación con el experimento previo (IBRAHIM, 1989).

Cuadro 4.1

Rendimiento (kg MS/día/ha) de hojas de pasto elefante enano durante diferentes intensidades y frecuencias de pastoreo (N=18).

INT <sup>1</sup>	PERIODO DE DESCANSO (días)			X
	21	28	35	
500	35.0(±11.5)	34.4(±10.1)	33.1(±13.2)	34.2 <sup>A</sup>
900	38.5(±13.0)	48.1(±15.5)	54.2(±11.5)	46.9 <sup>B</sup>
1300	26.3(±18.8)	42.9(±9.6)	36.6(±15.2)	35.2 <sup>A</sup>
$\bar{X}$	33.2 <sup>A</sup>	41.8 <sup>B</sup>	41.3 <sup>B</sup>	

<sup>AB</sup>Rendimientos identificados con la misma letra no fueron diferentes (p<0.05).

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

Con un período de descanso de 21 días el rendimiento fue menor (p< 0.05) y con períodos de descanso largos se detectaron mayores rendimientos, lo que corrobora lo encontrado por SOLLENBERGER et al. (1987). Un factor que tal vez limitó el crecimiento durante períodos de descanso cortos fue el agotamiento de las reservas de carbohidratos en la planta y una disminución fuerte del área fotosintética (HUMPHREYS, 1966). Se observó un mayor rendimiento (p<0.01) con la cantidad de 900 kg hojas residual por hectárea. Una defoliación suave dejaría una área fotosintética óptima para el desarrollo inmediato después del pastoreo (BROUGHAM, 1956). Los residuos de 500 kg MS de hojas por hectárea se combinaron con los niveles de crecimiento bajo, debido a que este residuo tiene un efecto negativo prolongado (CARO y VICENTE, 1979).

El pasto enano requiere una altura de rastrojo (residuo) más alto que muchos otros pastos (SOLLENBERGER et al., 1987). Una cantidad de hojas residuales alta (1300 kg/ha) aparentemente

impide un rendimiento alto, probablemente por menos crecimiento de plantas estancadas o sobre rozadas (STUTH et al., 1981).

Aunque estos rendimientos son bajo comparados con los del tipo alto de pasto elefante, acotamos que aun así los valores o rendimientos encontrados son mayores que muchos otros pastos tropicales.

Según se observa en el cuadro 4.1 y se reafirma por MOTAZEDIAN y SHARROW (1986) y IBRAHIM (1989), existe una interacción entre los tratamientos (cantidad de residuo y el largo de descanso). Sin embargo, tal interacción se encontró no significativa en esta prueba.

En el anexo A\_I se puede observar que durante los cuatro meses de prueba el rendimiento bajó ( $p < 0.001$ ), reflejando así el efecto de la floración, obviamente esto ocurrió en la segunda parte del experimento. También en este anexo A\_I se representan las tasas de crecimiento después de uniformar el pasto (ciclo 0). Esto fue medido durante  $\pm 40$  días de crecimiento.

La cantidad de pasto presente por hectárea antes de cada período de pastoreo se encuentra en el anexo A\_II. La variación en la disponibilidad por efecto de los tratamientos ( $p < 0.05$ ) no permiten conclusiones, debido al hecho de que los tres ciclos de pastoreo son pocos, indicando así la necesidad de prolongar el experimento.

#### 4.2 Porcentaje de Hojas

El porcentaje de hojas (cuadro 4.2) fue alto ( $p < 0.05$ ) con un período de descanso de 35 días y esta tendencia se confirma con lo reportado por VEIGA et al. (1985) y SOLLENBERGER et al. (1988a). Los períodos de descanso más largos favorecen el crecimiento de las hojas. Esto se debió a que el porcentaje de los tallos viejos formaron una proporción decreciente de las muestras y esto fue alto con un residuo de 1300 kg MS/ha. Hay que mencionar que la variación estaba alta (anexo A\_III) y la diferencia no fue significativa.

#### Cuadro 4.2

Porcentaje de hojas en pasto elefante enano sometido a diferentes intensidades y frecuencias de pastoreo (N=18).

INT <sup>1</sup>	PERIODO DE DESCANSO (días)			$\bar{X}$
	21	28	35	
500	53(±15)	53(±7)	62(±16)	56 <sup>A</sup>
900	59(±10)	53(±9)	64(±10)	55 <sup>A</sup>
1300	56(±11)	61(±11)	60(±13)	59 <sup>A</sup>
$\bar{X}$	56 <sup>A</sup>	55 <sup>AB</sup>	62 <sup>B</sup>	

<sup>AB</sup>Rendimientos identificados con la misma letra no fueron diferentes (p<0.05).

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

Una disminución del porcentaje de hojas durante el experimento (p<0.05) (anexo A\_III) se encontró debido a la floración cosa que favorece los tallos y detiene el desarrollo de las hojas.

Según RODRIGUEZ Y BLANCO (1970) un alto porcentaje de hojas induce a que el ganado consuma una mayor cantidad de pasto. La calidad de pasto enano es superior a otros pastos tropicales debido en parte a la mayor proporción de hojas (CARMONA y RODRIGUEZ, 1979).

#### 4.3 Materia Seca

El porcentaje de materia seca (% MS) en las hojas aumentó significativamente (p<0.01) gracias a los largos períodos de descanso (cuadro 4.3). Se encontró una tendencia similar en los tallos, sin embargo, eso no fue significativa.

El %MS en las hojas fue mayor que en los tallos. Aunque los valores reportado por RODRIGUEZ y BLANCO (1970), CARMONA y RODRIGUEZ (1979) fueron más altos que los obtenidos en esta evaluación, sin embargo la tendencia se encontró similar. Los bajos porcentajes se pueden explicar por la edad del material. Esto

debido a que la edad del pasto era relativamente joven (35 días de descanso comparación a 60-90 días de crecimiento por las plantas del experimento de RODRIGUEZ y BLANCO, 1970).

Cuadro 4.3

Materia seca (%) de hojas y tallos del pasto elefante enano (Pennisetum purpureum Schum.) durante varias intensidades y frecuencias de pastoreo.

HOJAS	PERIODO DE DESCANSO (días)			$\bar{X}$
	21	28	35	
INT <sup>1</sup>				
500	15.5(±1.9)	18.3(±1.8)	19.2(±0.8)	17.6 <sup>A</sup>
900	15.9(±2.3)	17.7(±1.9)	19.5(±1.1)	17.7 <sup>A</sup>
1300	17.3(±2.1)	18.3(±1.5)	19.3(±1.3)	18.3 <sup>A</sup>
$\bar{X}$	16.2 <sup>A</sup>	18.1 <sup>AB</sup>	19.3 <sup>B</sup>	

TALLOS	PERIODO DE DESCANSO (días)			$\bar{X}$
	21	28	35	
INT <sup>1</sup>				
500	14.2(±2.0)	16.0(±3.3)	16.1(±3.3)	15.4 <sup>A</sup>
900	11.5(±3.5)	14.8(±3.8)	15.2(±2.1)	13.8 <sup>A</sup>
1300	12.1(±1.6)	14.6(±4.0)	15.0(±3.4)	13.9 <sup>A</sup>
$\bar{X}$	12.6 <sup>A</sup>	15.1 <sup>A</sup>	15.4 <sup>A</sup>	

<sup>AB</sup>Rendimientos identificados con la misma letra no fueron diferentes (p<0.05).

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

Sin embargo, debe enfatizarse que el porcentaje MS varió mucho y no significa mucho en la evaluación del pasto. Parece que existe una asociación entre la precipitación y el %MS en la planta. Resultados semejantes encontró HERRERA (1983). Los menores %MS se obtuvieron cuando cayó mayor precipitación. Debo recalcar que los % MS aumentaron con los ciclos sucesivos (véase anexo B). Quiero

aclarar nuevamente que la floración es nociva cuando se pretende alcanzar altos rendimientos.

#### 4.4 Eficiencia de Utilización

La eficiencia de utilización se expresó como conversión de forraje consumido por cantidad de pasto producido. La eficiencia de utilización (%) aumentó en la medida que la intensidad de pastoreo disminuía ( $p < 0.01$ ) y cuando la frecuencia de pastoreo aumentó ( $p < 0.05$ ). Estos valores (cuadro 4.4) fueron mucho más altos que los reportado por CAMPBELL (1966), no obstante estos valores no pasaron el 80% que según SOLLENBERGER et al. (1987) reduciría la persistencia del pasto enano.

##### Cuadro 4.4

Eficiencia de defoliación (%) de pasto elefante enano con diferentes intensidades y frecuencias de pastoreo (N=18).

INT <sup>1</sup>	PERIODO DE DESCANSO (días)			$\bar{X}$
	21	28	35	
500	55(±21)	67(±12)	71(±16)	64 <sup>A</sup>
900	51(±20)	60(±13)	72(±4)	61 <sup>A</sup>
1300	42(±19)	49(±9)	49(±21)	47 <sup>B</sup>
$\bar{X}$	49 <sup>A</sup>	59 <sup>AB</sup>	64 <sup>B</sup>	

<sup>AB</sup>Rendimientos identificados con la misma letra no fueron diferentes ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

La eficiencia de utilización depende de muchos factores, pero la disponibilidad (anexo A\_II) es lo más importante (STUTH et al., 1981). En este estudio, la disponibilidad no fue demasiado alto, lo que difiere de los resultados de AVENDAÑO et al. (1986).

RODRIGUEZ y BLANCO (1970) reportan un consumo voluntario más alto debido a que el porcentaje de hojas fue mayor, lo que puede resultar en un utilización eficiente. El pasto elefante enano tiene la ventaja de ser más denso y por eso su consumo es eficiente (WILSON y MINSON, 1980). Parece además que la palatibilidad de pasto enano es muy buena.

En esta prueba parece que la combinación de un residuo de hojas de 900 kg/ha y un período de descanso de 35 días resultó en ser el tratamiento más eficiente. Gracias a que el residuo fue bajo (500 kg/ha) la eficiencia fue muy alta también, sin embargo este tratamiento fue nocivo por la persistencia del pasto, aún con un descanso de 35 días. HUMPHREYS (1966) se expresó que "el principio esencial en la practica de defoliación del pasto permanece, que el uso intensivo no es nocivo ya que el rendimiento es continuo siempre y cuando se le de un óptimo manejo a la pradera".

En el caso de los pastos tropicales, los cuales poseen un valor nutritivo inferior a los pastos templados, un nivel constante en la producción animal aplicando cargas animal suaves se podría encontrar no confirmado, debido a la selectividad del ganado. Aun sometido a estas cargas animales bajas, la selectividad puede resultar en un aumento del consumo de partes digestibles (JONES y SANDLAND, 1974).

Deseo indicar que, dadas las observaciones científicas quisiera formular la siguiente interrogante. El pasto elefante enano tiene un contenido de proteína cruda y una digestibilidad bastante alto. No obstante, a la hora de aumentar la carga animal en una pradera será suficiente la calidad del pasto para llenar los requisitos nutricionales del animal.

#### 4.5 Materia Inerte

Los factores de pastoreo no afectaron significativamente el porcentaje de materia inerte (%MI) (cuadro 4.5), no obstante el porcentaje fue mayor con un residuo de 1300 kg MS/ha. Tal tendencia nos puede alertar que si el % MI es alto, el manejo es ineficiente.

Cuadro 4.5

Porcentaje de materia inerte en pasto elefante enano bajo varias intensidades y frecuencias de pastoreo (N=18).

INT <sup>1</sup>	PERIODO DE DESCANSO (días)			$\bar{X}$
	21	28	35	
500	12.5(±5.2)	12.7(±5.0)	12.5(±5.4)	12.6 <sup>A</sup>
900	11.3(±6.7)	12.2(±4.4)	13.2(±4.9)	12.2 <sup>A</sup>
1300	13.2(±5.1)	15.6(±6.8)	14.3(±6.0)	14.4 <sup>A</sup>
x	12.3 <sup>A</sup>	13.5 <sup>A</sup>	13.3 <sup>A</sup>	

<sup>AB</sup>Rendimientos identificados con la misma letra no fueron diferentes ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

Por otra parte no se confirmó la tendencia reportada por AVENDAÑO *et al.* (1986) el cual es que con períodos de descanso largos el % MI aumenta.

Los valores no variaron significativamente con los tratamientos, pero si aumentaron con los ciclos sucesivos (anexo A\_V). Eso se debió al hecho de que se uniformó el pasto al inicio del experimento, resultando en un porcentaje inicial muy bajo.

4.6 Carga Animal

La carga animal (cuadro 4.6) aumentó fuertemente cuando el período de descanso aumentó ( $p < 0.001$ ) y el valor más alto fue cuando el residuo alcanzó el valor de 900 kg/ha ( $p < 0.001$ ).

#### Cuadro 4.6

Efecto de la intensidad y frecuencia de pastoreo sobre la carga animal (UA) en pasto elefante enano (N=18).

INT <sup>1</sup>	PERIODO DE DESCANSO (días)			X
	21	28	35	
500	3.2(±0.8)	3.1(±0.9)	3.2(±1.4)	3.2 <sup>A</sup>
900	3.1(±1.7)	4.5(±1.0)	5.5(±0.9)	4.3 <sup>B</sup>
1300	1.7(±1.0)	3.5(±1.1)	3.5(±1.1)	2.8 <sup>A</sup>
$\bar{X}$	2.2 <sup>A</sup>	3.4 <sup>B</sup>	4.1 <sup>B</sup>	

<sup>AB</sup>Rendimientos identificados con la misma letra no fueron diferentes ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)  
UA = 400 Kg Peso Vivo

Parece haber una ligera interacción ( $p < 0.05$ ) entre los efectos de la intensidad y frecuencia de pastoreo. Un valor 3.2 corresponde al tratamiento de 21 días de descanso y un residuo bajo (500 kg/ha). Esta combinación no solo permitió una utilización intensiva del pasto sino que también ocasionó un efecto destructivo en el pasto, como ya se mencionó anteriormente.

#### 4.7 Proteína Cruda y Digestibilidad

La calidad del pasto se evaluó en términos de su contenido de proteína cruda (%PC) y su digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS). Los valores se presentan en el cuadro 4.7.

El %PC de las hojas disminuyó con la edad ( $p < 0.001$ ) del pasto y se encontró un valor más elevado en las hojas que en los tallos. Generalmente los valores fueron muy elevados, tanto en las hojas (12.8 %) como en los tallos (6.9 %). Sin embargo la desviación estandar del %PC de los tallos fue alta (anexo A\_VII).

Aunque las diferencias no fueron significativas, la digestibilidad de las hojas disminuyó con la edad (periodos de descanso largos) y fue más alto que la de los tallos.

El contenido de ceniza se determinó con un valor de 14.0 % en la MS. Este contenido fue mayor en las hojas (14.3 %) que en los tallos (13.8 %). El contenido de ceniza se necesitara para calcular la digestibilidad in vitro en términos de % en la materia orgánico.

Cuadro 4.7a

Contenido de proteína cruda (%) de hojas y tallos de pasto elefante enano bajo varias intensidades y frecuencias de pastoreo. (N=4)

HOJAS		PERIODO DE DESCANSO (días)		
INT <sup>1</sup>	21	28	35	$\bar{X}$
500	15.3(±0.4)	12.1(±1.1)	11.9(±1.7)	13.1 <sup>A</sup>
900	15.8(±1.7)	11.9(±1.8)	11.1(±1.6)	12.9 <sup>A</sup>
1300	15.1(±4.1)	11.4(±0.9)	11.0(±0.7)	12.5 <sup>A</sup>
$\bar{X}$	15.4 <sup>A</sup>	11.8 <sup>AB</sup>	11.3 <sup>B</sup>	
TALLOS		PERIODO DE DESCANSO (días)		
INT <sup>1</sup>	21	28	35	$\bar{X}$
500	8.2(±2.3)	8.1(±5.1)	6.3(±3.7)	7.5 <sup>A</sup>
900	8.9(±3.0)	6.7(±2.4)	6.2(±1.7)	6.8 <sup>A</sup>
1300	9.4(±5.6)	4.9(±0.2)	7.2(±3.9)	7.2 <sup>A</sup>
$\bar{X}$	8.8 <sup>A</sup>	6.1 <sup>A</sup>	6.6 <sup>A</sup>	

<sup>AB</sup>Rendimientos identificados con la misma letra no fueron diferentes (p<0.05).

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

Aunque los valores fueron muy altos en comparación con otros pastos tropicales (IBRAHIM, 1989), no se encontraron valores como los reportados por SOLLENBERGER et al. (1987) y BODDORFF Y

OCUMPAUGH (1986). Eso se puede explicar por las condiciones húmedo tropicales. Según LUDLOW (1976) el problema mayor con los pastos tropicales, su calidad nutritivo inferior, es debido al ambiente en lo cual el pasto crece (los suelos infértil, temperaturas elevados y estrés dl agua). Además tiene que enfatizarse la muestra de corte (la planta total) y los análisis

Cuadro 4.7b

Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de hojas y tallos de pasto elefante enano bajo varias intensidades y frecuencias de pastoreo.(N=4)

HOJAS	PERIODO DE DESCANSO (días)			$\bar{X}$
	21	28	35	
INT <sup>1</sup>				
500	65.9(±1.2)	64.1(±1.7)	62.9(±1.8)	64.3 <sup>AB</sup>
900	64.1(±2.5)	64.1(±0.6)	66.0(±1.6)	64.7 <sup>A</sup>
1300	65.1(±1.6)	64.2(±1.5)	62.0(±2.2)	63.8 <sup>B</sup>
$\bar{X}$	65.0 <sup>A</sup>	64.1 <sup>AB</sup>	63.6 <sup>B</sup>	

TALLOS	PERIODO DE DESCANSO (días)			$\bar{X}$
	21	28	35	
INT <sup>1</sup>				
500	56.1(±1.8)	54.9(±1.8)	59.0(±3.0)	56.6 <sup>A</sup>
900	63.1(±1.7)	56.8(±4.6)	60.4(±6.2)	60.1 <sup>A</sup>
1300	60.1(±2.6)	57.7(±2.2)	59.3(±2.2)	59.0 <sup>A</sup>
$\bar{X}$	59.8 <sup>AB</sup>	56.5 <sup>A</sup>	59.5 <sup>B</sup>	

<sup>AB</sup>Rendimientos identificados con la misma letra no fueron diferentes (p<0.05).

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

de sus partes muchas veces resultaron en una estimación demasiado baja (MONTALVO et al., 1987). Los animales seleccionaron el forraje que contenía más proteína cruda que el promedio del contenido del

forraje disponible. También la digestibilidad del forraje selectado fue más alta (COLEMAN y BARTH, 1973).

Las muestras se puede recoger por mano para obtener en lo posible las partes de las plantas seleccionado por los animales. Sin embargo, la oportunidad por los animales de seleccionar el forraje nutritivo es mayor bajo un sistema continuo de pastoreo que bajo un sistema rotacional (STOBBS, 1969b).

La tendencia reportada en la literatura por CARMONA y RODRIGUEZ (1979), PIZARRO (1988) y SOLLENBERGER *et al.* (1987) nos indica que el pasto elefante enano mantiene su calidad durante los períodos más largos. Esta tendencia no se encontró confirmada completamente en esta prueba. No obstante, los valores fueron más altos que muchos otros pastos tropicales encontrados a la edad de 4 y 5 semanas (MOTT, 1984).

Una cualidad adicional importante del pasto enano fue su calidad de los tallos. Los internudos y tallos cortos presentaron más agua y consecuentemente más proteína o menos tejido celular (BELIUCHENKO y FEBLES, 1980; WILSON y MINSON, 1980). El ganado no consumió tallos, solo lo hizo bajo una alta presión de pastoreo, el cual resultó en un consumo forzado (MOTT, 1984). Eso nos indica que se puede aprovechar más el pasto elefante enano bajo un manejo intensivo.

La floración tiene un efecto negativo en la calidad del pasto, pero en el presente trabajo no se analizaron los resultados de la calidad del pasto durante su floración.

#### 4.8 Composición Botánica

El objetivo de estimar la composición botánica de los prados es para describir la composición de los especies así como también para observar los cambios en la composición, los cuales se pueden usar para evaluar el efecto del manejo de la pradera. Si se siguiesen los cambios en la vegetación con respecto al tiempo, se necesitara un nivel de precisión relativamente alto para la descripción de la vegetación (TOTHILL, 1978).

En el presente trabajo los valores se observaron solamente para determinar los cambios en la vegetación y no para establecer un porcentaje absoluto. El porcentaje de pasto enano presente en las parcelas (anexo C) tendía a decrecer. Eso se explica por el porcentaje inicial tan alto, debido al hecho de que se uniformó el pasto antes del experimento. Cuatro meses de prueba fueron pocos, particularmente para la composición botánica, sin embargo los resultados nos muestran los efectos de los diferentes tratamientos.

El porcentaje de pasto enano disminuyó más ( $p < 0.01$ ) con un período de descanso corto. Bajo diferentes intensidades de pastoreo los porcentajes de pasto enano no mostraron diferencias significativas, pero sí disminuyeron más con residuos bajos. La combinación de descansos cortos y residuos bajos nos indican un efecto negativo en la persistencia del pasto, confirmandose así las experiencias de IBRAHIM (1989), SOLLENBERGER *et al.* (1988a) y MOTT (1984).

El principal efecto ventajosa del pastoreo rotacional (con períodos de descanso largos e intensidades suaves), sobre pastoreo continuo, es quizás la persistencia de la vegetación deseada (AVENDAÑO *et al.*, 1986; GAMMON y ROBERTS, 1978).

El porcentaje presente de gamelote (*Paspalum fasciculatum*) aumentó ( $p < 0.01$ ) a medida que los períodos de descanso fueron cortos. Los cambios en los porcentajes de las otras especies presentes no mostraron diferencias significativas, con excepción de las leguminosas, los cuales subieron más con descansos largos e intensidades suaves.

Aunque los tratamientos no mostraron diferencias significativas, los pastos naturales (*Paspalum fasciculatum*, *Homolepsis aturiensis*, *Axonopus compressus*, *Panicum laxum*, *Paspalum conjugatum*) fueron un factor importante en la padrera. De las malas hierbas (*Pseudoelephantopus spicatus*, *Stachytanpheta sp.*, *Drymaria cordata*, *Phyllanthus sp.*, *Oldelandia sp.*, *Scoparia dulcis*, *Momordica charantia*, *Cocorbitacia sp.*, *Ageranthum conysoides*) y las leguminosas (*Mimosa pudica sp.*, *Desmodium sp.*) que se encontraron

en las parcelas, solamente Mimosa pudica sp. y Stachytanpheta sp. parecieron causaron problemas de competencia al pasto. Es importante, sin embargo, recalcar que generalmente las malas hierbas no causaron grandes problemas, como lo reportó ya SOLLENBERGER et al. (1988b). Este autor indicó que las hojas altas del pasto enano deban sombra a la vegetación que estaba baja ellas. Según el mismo autor se pueden dar problemas cuando el pasto tiene el tallo delgado y está recién establecido. Las malas hierbas causaron problemas en el pasto sobre rozado (SOLLENBERGER et al., 1988b). Las problemas mencionadas por HERRERA (1983) en cuanto a las familias de Cyperáceas y Leguminosas no se manifestaron en esta investigación. No obstante, en unos sitios bajos, donde se dieron inundaciones temporales, las Cyperáceas (Scleria melaleuca, Kyllingia sp., Cyperus luzulae, Torolonium oderatum) y Paspalum fasciculatum cubrieron completamente el pasto enano perdiendose así muchas plantas enteras del pasto.

En efecto, se vio que el pasto se comportó bien bajo un manejo de descansos largos y bastante residuos después del pastoreo (RODRIGUEZ et al., 1987; SOLLENBERGER et al., 1988a).

Observaciones casuales del comportamiento de los bovinos al pastoreo mostraron que estos seleccionaron activamente el pasto. La selectividad ocurrió en cada parcela pero fue más clara en las parcelas con residuos altos (1300 kg/ha). En cada período de pastoreo sucesivo el ganado mostraba cierta afinidad por los mismos sitios de pastoreo, un patrón que corresponde con lo reportado por STUTH et al. (1981). Este comportamiento se dió en pastos altos y tallosos, de ahí que fue necesario cortar unas partes de la parcela, en contraste de lo reportado por MENDOZA y SCHANK (1987).

Con excepción de las partes húmedas de las parcelas, no se encontraron problemas de enfermedades y pestes, semejante a lo encontrado por SOLLENBERGER et al. (1987). De igual forma IBRAHIM (1989) indicó que los lugares mal drenados mostraban serios problemas con mohos, identificado como: Pleospora sp., Cercospora sp. y Phoma sp..

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Resumiendo los resultados, es importante recalcar que esta investigación tenía como objetivo preliminar la evaluación del pasto bajo diferentes tratamientos de manejo. Además, esta prueba duró no más de cuatro meses. Por otra parte se resolvió la intensidad de pastoreo apropiado para la investigación del pasto. Sin embargo, generalmente el punto de partida del productor es la producción animal. Los experimentos de pastoreo en los cuales se mide la producción animal permiten una evaluación económica de los resultados (t MANNETJE et al., 1976).

Además, porque en el presente trabajo se han incluido solamente las cifras de cuatro meses, los resultados no permiten conclusiones de los efectos perdurables del manejo al pasto. Para estos efectos perdurables es interesante de esperar al experimento siguiendo. Aquí se contentaron con unas conclusiones generales de las diferencias entre las parcelas experimentales.

- Las observaciones en el campo y las tendencias generales sugieren que el pasto elefante enano no tolerará defoliaciones bajas y repetidas.
- Períodos de descanso de cuatro a seis semanas entre pastoreo son satisfactorio.
- El residuo después del pastoreo del pasto necesita ser alrededor de 900 kg MS de hojas por hectárea para que la persistencia del mismo no será advesemente afectada.
- El rendimiento aumentó con residuos de 900 kg/ha y períodos de descanso ascendente.

- La floración tenía su efecto al pasto muy claro en muchos factores. Para evaluar este efecto se necesitan los resultados durante una época más extensa.
- El pasto elefante enano tiene una calidad superior a muchos otros pastos tropicales y se puede aprovechar de su rendimiento alto porque el pasto enano mantiene esta calidad durante períodos prolongados.
- El porcentaje de hojas alto medido en pasto enano no solo resulta en un consumo voluntario alto, sino también en una mayor calidad de la planta total.

Las conclusiones basadas en consideraciones teóricas de crecimiento de plantas y experimentos pequeños de corte, no se puede aplicar donde se trata de una defoliación por animales en pastoreo (STOBBS, 1969). Un experimento de pastoreo es el método lo más seguro de evaluar la calidad de un pasto nuevo o el efecto que surte el manejo a la calidad (MINSON, 1971). Un experimento de pastoreo no solo es una evaluación del efecto del ganado al pasto, sino también una evaluación del efecto del pasto al animal ('t MANNETJE et al., 1976).

Considerando lo precitado, se puede recomendar:

- Continuar el presente experimento para evaluar los efectos del manejo al pasto durante épocas prolongadas.
- Realisar investigaciones con pasto elefante enano para determinar su valor en términos de producción animal, tanto de carne como de leche.

- Evaluar el pasto enano en regiones donde existe una definida época seca distinguida.

El siguiente mensaje, nos hace meditar acerca de incluir la economía y la sociología en el campo del investigador:

Sabemos que los valores de la tierra suben, los cuales proveen el estímulo económico para intensificar la producción de gramíneas y en especial el pasto por unidad de superficie. El finquero recibe este estímulo poco a poco, mientras que el desincentivo por tal intensificación, a través de los altos costos de los fertilizantes, maquinaria o tecnología (así como también la necesidad oportuna del capital para incrementar las sonrisas de nuestros pueblos hermanos a través del alimento) se muestran sus impactos inmediatamente.

El desincentivo de usar mejor el pasto producido puede ser el riesgo asociado con este pastoreo intensivo. Aquí el hombre de ciencia puede ayudar a hallar ideas que aseguren contra tales riesgos. El investigador de pastos debería pensar no solamente en el porvenir, sino también debe volver la vista atrás para saber si el camino preparado se puede seguir.

GREENHALGH, 1975

## LITERATURA CITADA

- AVENDAÑO, J.C., R. BOREL, G. CUBILLOS, 1986, 'Período de Descanso y Asignación de Forraje en la Estructura y la Utilización de Varias Especies de una Pradera Naturalizada', Turrialba, 36(2)(1986):137-148.
- BATEMAN, J.V., 1970, Nutrición Animal (Manual de Métodos Analíticos), México, D.F. Herrero, 468 p.
- BELIUCHENKO, I.S., G. FEBLES, 1980, 'Factors Affecting the Structure of Pure Grass Pastures.2.Influence of the Leaf/Stem-ratio and the Chemical contents of Stems', Cuban J.Agr.Sc., 14(1980):173-180.
- BLASER, R.E., 1982, 'Stobbs Memorial Lecture, Integrated Pasture and Animal Management', Trop.Grassl., 16(1)(1982):9-24.
- BODDORFF, D., W.R. OCUMPAUGH, 1986, 'Forage Quality of Pearl Millet x Napiergrass Hybrids and Dwarf Napiergrass', Soil and Crop Sc.Soc.Fla.Proc., 45(1986):170-173.
- BROUGHAM, R.W., 1956, 'Effect of Intensity of Defoliation on Regrowth of Pasture', Austr.J.Agr.Res., 7(1956):377-387.
- BROUGHAM, R.W., 1959, 'The Effects of Frequency and Intensity of Grazing on the Productivity of a Pasture of Short Rotation Ryegrass and Red and White Clover', New Zealand J.Agr.Res., 2(1959):1232-1248.
- CAMPBELL, A.G., 1966, 'Grazed Pasture Parameters, 1.Pasture Dry Matter Production and Availability in a Stocking Rate and Grazing Management Experiment with Dairy Cows, 2.Pasture dry matter use in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows', J.Agr.Sc.Camb., 67(1966):199-216.
- CARMONA, E.A., H.L. RODRIGUEZ, 1979, 'Comparación de Nueve Cultivares y un Híbrido de Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) en el Sur del Lago de Maracaibo', Rev.Facult.Agr., 5(3)(1979):514-521.
- CARO-COSTAS, R., J. VICENTE-CHANDLER, 1979, 'Effect of Three Grazing Intervals on Carrying Capacity and Weight Gains Produced by Star Grass Pastures', J.Agr.Univ.Puerto Rico, 63(1)(1979):14-20.

- COLEMAN, S.W., K.M. BARTH, 1973, 'Quality of Diets Selected by Grazing Animals and Its Relation to Quality of Available Forage and Species Composition of Pastures', J.An.Sc., 36(4)(1973):754-761.
- DAVISON, T.M., R.T. COWAN, P.K. O'ROURKE, 1981, 'Management Practices for Tropical Grasses and their Effects on Pasture and Milk Production', Austr.J.Exp.Agr.An.Husb., 21(1981):196-202.
- FLORES, J.A., J.E. MOORE, L.E. SOLLENBERGER, 1989, 'Quality Evaluation of 'Mott' Dwarf Elephantgrass and Pensola Bahiagrass', Florida Beef Cattle Research Report, (1989):19-20.
- GAMMON, D.M., B.R. ROBERTS, 1978, 'Patterns of Defoliation during Continuous and Rotational Grazing of the Matopos Sandveld of Rhodesia, 3.Frequency of Defoliation', Rhod.J.Agr.Res., 16(1978):147-164.
- GREENHALGH, J.F.D., 1975, 'Factors Limiting Animal Production from Grazed Pastures', J.Br.Grassl.Soc., 30(1975):153-160.
- HAYDOCK, K.P., N.H. SHAW, 1975, 'The Comparative Yield Method for Estimating Dry Matter Yield of Pasture', Austr.J.Exp.Agr.An.Husb., 15(1975):663-670.
- HERNANDEZ, H., 1987, Refranes y Dichos Populares, Ed. Alma Mater, San José, Costa Rica, 264 p.
- HERRERA, M., 1983, Manejo del Hato Bovino y Evaluación Agronómico y Nutricional de 12 Especies Forrajeras en la Finca Experimental de Rio Frio, Universidad de Costa Rica (UCR), 82 p.
- HUMPHREYS, L.R., 1966, 'Pasture Defoliation Practice: A Review', J.Austr.Inst.Agr.Sc., 32(1966):93-105.
- IBRAHIM, M.A., 1989, Response of Dwarf Elephantgrass (Pennisetum purpureum Schum.) to Different Frequencies and Intensities of Grazing in the Humid Zone (Guápiles) of Costa Rica, Tesis Mag.Sc., Turrialba, CATIE, Costa Rica, 110 p.
- JONES, R.M., J.N.G. HARGREAVES, 1979, 'Improvements to the Dry Weight-Rank Method for Measuring Botanical Composition', J.Br.Grassl.Soc., 34(1979):181-189.
- JONES R.J., R.L. SANDLAND, 1974, 'The Relation Between Animal Gain and Stocking Rate (derivation of the relation from the results of grazing trials)', J.Agr.Sc.Camb., 83(1974):335-342.

- KALMBACHER, R.S., P.H. EVERETT, F.G. MARTIN, K.H. QUESENBERRY, E.M. HODGES, O.C. RUELKE, S.C. SCHANK, 1987, Yield and Persistence of Perennial Grasses at Immokalee Florida: 1981 to 1984, (unpublished).
- LANTINGA, E.A., 1985, 'CO<sub>2</sub> Assimilation, Herbage Production and Animal Production Under Continuous and Rotational Grazing at Two Nitrogen Levels', Mededeling, no.86, Dept. Field Crops and Grassland Science, Wageningen, AUW, The Netherlands, 43 p.
- LUDLOW, M.M., 1976, 'Physiology of Growth and Chemical Composition', En: Tropical Pasture Research (principles and methods), N.H. SHAW, W.W. BRYAN (Eds.), CSIRO, Comm. Agric.Bur., Berkshire, England, pp.:251-276.
- MANNETJE, 't L., J.P. EBERSOHN, 1980, 'Relations Between Sward Characteristics and Animal Production', Trop.Grassl., 14(3)(1980):273-279.
- MANNETJE, 't L., K.P. HAYDOCK, 1963, 'The Dry-Weight-Rank Method for the Botanical Analysis of Pasture', J.Br.Grassl.Soc., 18(1963):268-275.
- MANNETJE, 't L., R.J. JONES, T.H. STOBBS, 1976, 'Pasture Evaluation by Grazing Experiments', En: Tropical Pasture Research (principles and methods), N.H. SHAW, W.W. BRYAN (Eds.), CSIRO, Comm.Agric.Bur., Berkshire, England, pp.:194-234.
- MCMEEKAN, C.P., M.J. WALSH, 1963, 'The Interrelationship of Grazing Method and Stocking Rate in the Efficiency of Pasture Utilization by Dairy Cattle', J.Agr.Sc., 61(1963):147-163.
- MENDOZA, P.E., S.C. SCHANK, 1987, 'Producción y Utilización de Kinggrass y Otros Pennisetums para la Producción de Carne y Leche', Conf.Int.Ganad.Avic.Tróp., 1987:C39-C45.
- MINSON, D.J., 1971, 'The Nutritive Value of Tropical Pastures', J.Austr.Inst.Agr.Sc., 37(1971):255-263.
- MONTALVO, M.I., J.V. VEIGA, L.R. MCDOWELL, W.R. OCUMPAUGH, G.O. MOTT, 1987, 'Mineral Content of Dwarf Pennisetum purpureum under Grazing Conditions', Nutr.Rep.Int., 35 (1)(1987):157-169.
- MOTAZEDIAN, I., S.T. SHARROW, 1986, 'Defoliation Effects on Forage Dry Matter Production of a Perennial Ryegrass Subclover Pasture', Agron.J., 78(1986):581-584.

- MOTT, G.O., 1984, 'Carrying Capacity and Liveweight Gains of Cattle Grazing Dwarf Elephantgrass', Proc. 33rd Beef Cattle Short Course, University of Florida, Gainesville, pp.:111-114.
- NOY-MEIR, I., 1976, 'Rotational Grazing in a Continuously Growing Pasture: a Simple Model', Agr.Syst., 1(1976):87-112.
- PIZARRO, E.A., 1988, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, 1ra Reunión de la RIEPT-CAC, Veracruz, Mexico, (1988):335-338 y 379-381.
- RALPHS, M.H., M.M. KOTHMANN, L.B. MERRILL, 1986, 'Cattle and Sheep diets under Short Duration Grazing', J.Rangem., 39(3)(1986):217-223.
- RIVERA-BRENES, L., J. HERENCIA, J.A. ARROYO, J.I. CABRERA, 1957 'Palatability Trials on Merkergrass (*Pennisetum purpureum*), Venezuelagrass (*Paspalum fasciculatum*) and Plantain Pseudostalks (*Musa paradisiaca*)', J.Agr.Univ.Puerto Rico, (1957):249-254.
- ROBERTS, C.R., 1980, 'Effect of Stocking Rate on Tropical Pastures', Trop.Grassl., 14(3)(1980):225-231.
- RODRIGUEZ, L.R. de A., G.O. MOTT, J.B. VEIGA, W.R. OCUMPAUGH, 1987 'Effect of Grazing Management on Leaf Area and Total Non-structural Carbohydrates of Dwarf Elefantgrass', Pesq.Agropec.Bras.Brasilia, 22(2)(1987):195-201.
- RODRIGUEZ, S., E. BLANCO, 1970, 'Composición Química de Hojas y Tallos de 21 Cultivares de Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)', Agronomía Tropical, 6(xx)(1970):383-396.
- SCHANK, S.C., 1985, 'Híbridos entre Mijo Peria y Pasto Elefante para Producción de Forraje en el Subtrópico', Conf.Int.Ganad.Avic.Tróp., 1985:A1-A4.
- SOLLENBERGER, L.E., C.S. JONES, 1986, 'Rendimiento Animal en Pasto Elefante Enano en Florida', Proc. Conf. Int. Ganadería y Avicultura en los Trópicos, pp.:A18-A22.
- SOLLENBERGER, L.E., G.M. PRINE, W.R. OCUMPAUGH, W.W. HANNA, C.S. JONES, S.C. SCHANK, R.S. KALMBACHER, 1988b, '"Mott" Dwarf Elephant grass: A High Quality Forage for the Subtropics and Tropics', Flor.Agric.Exp.Stat.Circ., S-356, 1988.
- SOLLENBERGER, L.E., G.M. PRINE, W.R. OCUMPAUGH, S.C. SCHANK, R.S. KALMBACHER, C.S. JONES, 1987, 'Dwarf Elephantgrass: A High Quality Forage With Potential in Florida and the Tropics', Proc.Soil and Crop Sc.Soc.Flor., 46(1987):42-46.

- SOLLENBERGER, L.E., G.M. PRINE, K.R. WOODARD, C.S. JONES, 1988a, 'Planting Methodology for 'Mott' Dwarf Elephantgrass', Proc.Int.Conf.on Livestock and Poultry in the Tropics, (1988):A9-A14.
- STOBBS, T.H., 1969a, 'The Effect of Grazing Management Upon Pasture Productivity in Uganda, I. Stocking Rate, II. Grazing Frequency', Trop.Agr.Trin., 46(3)(1969):187-200.
- STOBBS, T.H., 1969b, 'The Effect of Grazing Management Upon Pasture Productivity in Uganda, III. Rotational and Continuous Grazing, IV. Selective Grazing', Trop.Agr.Trin., 46(3)(1969):293-309.
- STUTH, J.W., D.R. KIRBY, R.E. CHMIELEWSKI, 1981, 'Effect of Herbage Allowance on the Efficiency of Defoliation by the Grazing Animal', Grass & For.Sc., 36(1981):9-15.
- TAINTON, N.M., 1974, 'Effects of Different Grazing Rotations on Pasture Production', J.Br.Grassl.Soc., 29(1974):191-202.
- TERGAS, L.E., J. VELEZ-SANTIAGO, D.V. de SALDAÑA, 1988, 'Production of Grazed Tropical Grasses at Toa Baja in the Humid Northern Coastal Plains of Puerto Rico', J.Agr.Univ.Puerto Rico, 72(1)(1988):91-98.
- TILLEY, J.M., R.A. TERRY, 1963, 'A Two - Stage Technique for the in vitro digestion of forage crops', J.Br.Grassl.Soc., 18(1963):104-110.
- TOTHILL, J.C., 1978, 'Measuring Botanical Composition of Grasslands', En: Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production, Ed.L. 't Mannetje, Bull. 52, Commonwealth Agricultural Bureaux, Hurley, Berkshire, England, pp.:22-62.
- VEIGA, J.B. da, G.O. MOTT, L.R. de ANDRADE, W.R. OCUMPAUGH, 1985, 'Capim-Elefante Anao sob pastejo', 1. Produção de Forragem, 2.Valor Nutritivo, Pesq.Agropec.Bras, Brasília, 20(8)(1985):929-944.
- WEGE, L., 1987, 'Uso del Pasto de Corte, Ensilaje y Leguminosas Arbustivas en la Producción Bovina', Seminario Internacional sobre Manejo de Pastos y Forrajes y su Influencia en la Fertilidad y Producción Bovina, Ed. A. Rojas, Heredia, Costa Rica (Convenio MAG-UNA-GTZ), 1987.
- WESTPHAL, E., P.C.M. JANSEN (Eds.), 1989, Plant Resources of South-East Asia (a selection), Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 322 p.

- WHEELER J.L., J.C. BURNS, R.D. MOCHRIE, H.D. GROSS, 1973, 'The Choice of Fixed or Variable Stocking Rates in Grazing Experiments', Exp.Agr., 9(1973):289-302.
- WILSON, J.R., D.J. MINSON, 1980, 'Prospects for Improving the Digestibility and Intake of Tropical Grasses', Trop.Grassl., 14(3)(1980):253-259.
- WOODARD, K.R., G.M. PRINE, W.R. OCUMPAUGH, 1985, 'Technics in the Establishment of Elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.)', Soil and Crop Sc.Soc.Flor, 44(1985):216-221.
- ZEMMELINK, G., 1980, 'Effect of Selective Consumption on Voluntary Intake and Digestibility of Tropical Forages', Agr.Res.Rep., 896, Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 100 p.

ANEXO A

I Rendimiento (kg MS/día/ha) de hojas del pasto elefante enano (Pennisetum pupureum Schum.) durante diferentes intensidades y frecuencias de pastoreo.

INT <sup>1</sup>	FREC <sup>2</sup>	CICLO <sup>3</sup>				
		0	1	2	3	4
500	21	45.0	51.0	34.2	16.7	10.3
		53.6	41.7	29.8	36.3	23.8
500	28	50.8	45.5	42.9	23.3	
		49.2	40.6	22.2	31.9	
500	35	44.7	47.8	24.0	14.5	
		42.9	46.9	37.2	28.2	
900	21	56.3	34.4	28.9	29.4	30.2
		65.4	44.1	31.6	62.5	25.0
900	28	68.7	75.4	53.1	50.0	
		57.4	33.3	41.7	35.3	
900	35	83.9	57.2	56.7	53.6	
		45.9	58.4	66.7	32.6	
1300	21	43.8	1.0	52.8	10.1	28.3
		59.2	24.1	33.3	36.5	15.3
1300	28	48.2	47.1	36.3	31.3	
		56.0	48.6	37.0	56.9	
1300	35	57.5	63.8	30.0	20.4	
		36.2	32.8	43.1	29.2	

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

<sup>2</sup>Frecuencia: números de días de descanso entre dos períodos de defoliación.

<sup>3</sup>Ciclo : ciclos sucesivos de pastoreo/descanso desde julio 1989. Ciclo 0 es el ciclo entre uniformar y el primero período de pastoreo (±40 días).

ANEXO A (Cont.)

II Disponibilidad (kg hojas MS/parcela) del  
pasto enano antes de cada ciclo de pastoreo.

INT <sup>1</sup>	FREC <sup>2</sup>	CICLO <sup>3</sup>			
		1	2	3	4
500	21	70	60	56	58
		63	48	67	67
500	28	79	90	62	
		73	58	69	
500	35	138	70	62	
		107	90	77	
900	21	76	70	71	83
		89	61	121	83
900	28	136	120	137	
		110	101	111	
900	35	165	169	154	
		160	177	126	
1300	21	94	97	80	109
		106	77	90	86
1300	28	114	106	104	
		128	145	158	
1300	35	167	153	107	
		132	143	121	

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

<sup>2</sup>Frecuencia: números de días de descanso entre dos períodos de defoliación.

<sup>3</sup>Ciclo : Ciclos sucesivos de pastoreo/descanso desde julio 1989.

ANEXO A (Cont.)

III Porcentaje de hojas en el pasto elefante enano sometido a diferentes intensidades y frecuencias de pastoreo.

INT <sup>1</sup>	FREC <sup>2</sup>	CICLO <sup>3</sup>			
		1	2	3	4
500	21	71	47	71	34
		36	42	48	31
500	28	57	52	53	
		54	60	39	
500	35	71	79	44	
		65	71	40	
900	21	57	64	72	56
		63	46	49	47
900	28	55	68	55	
		49	41	48	
900	35	73	64	51	
		77	63	56	
1300	21	50	39	55	47
		56	69	66	43
1300	28	69	57	64	
		69	66	41	
1300	35	62	65	41	
		74	70	47	

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

<sup>2</sup>Frecuencia: números de días de descanso entre dos períodos de defoliación.

<sup>3</sup>Ciclo : Ciclos sucesivos de pastoreo/descanso desde julio 1989.

ANEXO A (Cont.)

IV Eficiencia de defoliación (%) del pasto elefante enano con diferentes intensidades y frecuencias de pastoreo.

INT <sup>1</sup>	FREC <sup>2</sup>	CICLO <sup>3</sup>			
		1	2	3	4
500	21	76	43	26	58
		82	49	53	58
500	28	81	74	54	
		74	65	53	
500	35	87	56	51	
		89	77	65	
900	21	58	49	44	52
		76	18	63	40
900	28	79	53	57	
		74	49	47	
900	35	73	73	68	
		79	68	72	
1300	21	58	40	11	46
		66	40	34	55
1300	28	65	50	40	
		40	52	49	
1300	35	52	58	6	
		62	58	57	

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

<sup>2</sup>Frecuencia: números de días de descanso entre dos períodos de defoliación.

<sup>3</sup>Ciclo : Ciclos sucesivos de pastoreo/descanso desde julio 1989.

ANEXO A (Cont.)

V Porcentaje de materia inerte (%MI) en el pasto elefante enano bajo varias intensidades y frecuencias de pastoreo.

INT <sup>1</sup>	FREC <sup>2</sup>	CICLO <sup>3</sup>			
		1	2	3	4
500	21	6.4	14.5	18.2	15.5
		5.8	14.4	15.9	14.0
500	28	5.0	17.1	17.0	
		8.8	15.9	12.5	
500	35	5.2	15.0	18.1	
		7.7	11.1	18.1	
900	21	3.6	9.8	18.3	19.2
		3.4	15.6	17.1	19.4
900	28	6.1	12.1	9.0	
		12.0	17.8	16.2	
900	35	7.7	16.6	16.9	
		6.6	13.4	17.7	
1300	21	6.9	9.9	19.5	23.5
		9.5	16.1	17.2	19.5
1300	28	6.5	17.8	24.7	
		8.7	17.6	18.5	
1300	35	8.6	20.4	19.3	
		6.2	12.8	18.3	

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

<sup>2</sup>Frecuencia: números de días de descanso entre dos períodos de defoliación.

<sup>3</sup>Ciclo : Ciclos sucesivos de pastoreo/descanso desde julio 1989.

ANEXO A (Cont.)

VI Efecto de la intensidad y frecuencia de pastoreo sobre la carga animal en pasto elefante enano.

INT <sup>1</sup>	FREC <sup>2</sup>	CICLO <sup>3</sup>			
		1	2	3	4
500	21	3.5	2.1	3.6	3.3
		4.3	3.2	2.5	2.4
500	28	3.8	4.4	2.4	
		3.0	2.0	2.7	
500	35	5.6	2.2	1.7	
		4.2	3.2	2.5	
900	21	2.8	2.3	2.4	3.2
		3.5	1.2	6.1	2.6
900	28	5.7	4.7	5.6	
		3.7	3.5	3.9	
900	35	5.6	5.7	5.1	
		5.8	6.7	3.9	
1300	21	1.1	2.6	0.4	2.8
		2.9	1.1	2.1	1.3
1300	28	3.2	2.5	2.3	
		3.3	4.2	5.3	
1300	35	4.8	3.7	1.5	
		3.6	4.2	3.0	

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

<sup>2</sup>Frecuencia: números de días de descanso entre dos períodos de defoliación.

<sup>3</sup>Ciclo : Ciclos sucesivos de pastoreo/descanso desde julio 1989.

UA = 400 Kg Peso Vivo

ANEXO A (Cont.)

VII Contenido de proteína cruda (%PC) y digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS) de hojas y tallos del pasto elefante enano en ciclos sucesivos bajo varias intensidades y frecuencias de pastoreo.

INT <sup>1</sup>	FREC <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	HOJAS				TALLOS			
			% PC		DIVMS		% PC		DIVMS	
			R1 <sup>4</sup>	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
500	21	1	15.3	15.1	65.8	67.2	9.9	4.9	58.7	55.6
		2	14.9	15.9	66.3	64.3	9.6	8.3	55.2	54.9
		3	15.3	12.5	65.1	65.0	5.5	2.6	63.1	54.6
500	28	1	12.1	13.3	62.9	64.1	5.1	12.0	55.5	56.4
		2	12.3	10.7	62.8	66.4	12.8	2.5	55.4	52.2
500	35	1	14.2	11.0	61.0	63.2	5.0	4.5	55.7	62.7
		2	12.0	10.4	62.1	65.2	11.8	4.0	59.7	57.7
900	21	1	15.8	18.1	63.2	66.6	7.5	5.8	60.9	65.0
		2	14.0	15.2	61.0	65.5	12.9	9.3	63.2	63.1
		3	13.1	14.7	65.7	64.2	6.1	3.9	63.4	58.6
900	28	1	14.2	12.1	64.3	64.1	4.7	6.0	57.5	54.7
		2	11.3	10.0	63.3	64.8	9.4	1.7	62.8	52.1
900	35	1	12.9	9.4	64.5	68.1	7.3	4.7	59.5	66.7
		2	11.9	10.0	66.2	65.1	4.7	8.0	63.2	52.3
1300	21	1	19.6	10.2	64.1	64.7	4.7	4.4	61.8	60.7
		2	13.3	17.1	64.2	67.5	14.1	14.5	56.3	61.6
		3	22.4	10.6	61.1	58.5	3.6	6.2	55.8	57.8
1300	28	1	10.8	12.6	65.1	63.2	4.9	5.1	57.7	60.7
		2	10.6	11.4	65.8	62.7	4.8	4.6	55.3	57.2
1300	35	1	10.7	12.0	59.9	60.3	3.8	5.9	61.3	60.6
		2	10.5	10.6	63.8	63.9	6.4	12.8	58.7	56.4

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha)

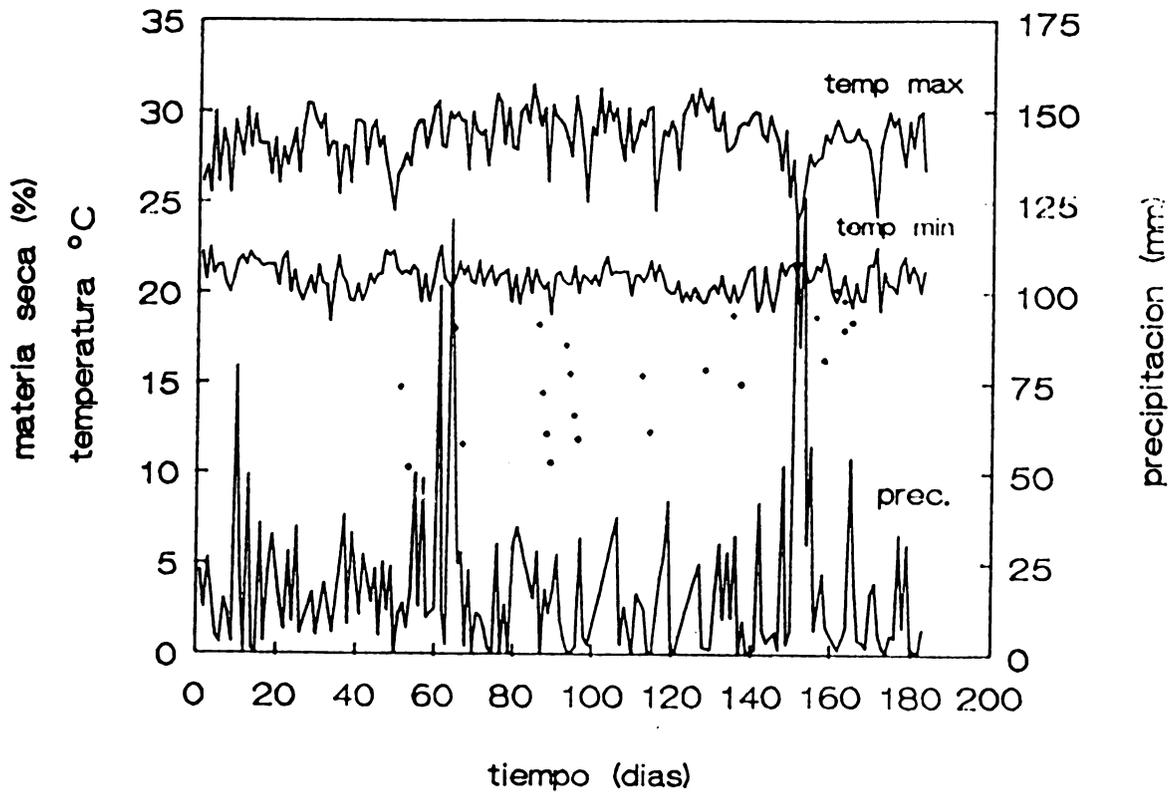
<sup>2</sup>Frecuencia: números de días de descanso entre dos períodos de defoliación.

<sup>3</sup>Ciclo : Ciclos sucesivos de pastoreo/descanso desde julio 1989.

<sup>4</sup>Repetición: El experimento estaba por duplicado.

## ANEXO B

Temperatura máxima y mínima ( $^{\circ}\text{C}$ ), precipitación (mm) y el porcentaje MS en hojas (+) y tallos (o) durante un experimento de pastoreo con el pasto elefant enano en la zona húmeda de Costa Rica, junio-noviembre, 1989.



ANEXO C

Composición Botánica.

Cambio de los porcentajes de los especies presentes en las parcelas entre la primera y la observación n ( $\pm 4$  meses).

ESP <sup>3</sup>	INT <sup>1</sup>	500			900			1300		
		FREC <sup>2</sup>	21	28	35	21	28	35	21	28
Enano	2	-0.9	-2.6	10.1	-0.9	-15.8	11.7	-0.1	-2.6	-3.2
	3	-23.1	-16.0	-4.5	-14.2	-9.6	-4.5	-4.8	-7.0	-7.4
	4	-16.5	-16.3	-0.3	-20.4	-13.9	9.2	-9.9	-10.2	-9.0
Otro	2	-1.8	0.8	-0.9	-0.4	0.9	-0.5	-0.2	-0.5	1.8
	3	1.3	3.8	-0.8	1.5	4.5	0.1	0.4	1.4	6.5
	4	0.9	2.8	-1.0	2.8	3.8	-0.9	-0.1	0.7	4.7
P_fac	2	0.6	-1.1	-11.4	-2.4	10.1	-8.6	-2.2	-0.5	-3.5
	3	11.2	7.0	-5.2	3.9	1.9	-11.1	-1.9	2.3	-6.9
	4	5.2	3.6	-9.0	3.6	1.1	-15.1	-0.2	-3.1	-6.8
P_Nat	2	-0.1	0.4	1.5	0.7	1.8	0.9	0.7	3.8	1.8
	3	7.6	1.4	3.5	1.3	1.7	4.5	1.4	4.2	2.4
	4	5.8	4.9	1.7	2.6	1.9	1.5	3.8	10.7	5.1
Leg	2	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	-0.2	-0.1	0.1	0.0
	3	0.0	0.3	0.2	0.1	0.2	2.0	1.0	0.6	0.3
	4	0.0	0.2	-0.1	0.0	0.2	4.0	0.9	0.2	1.1
Maleza	2	1.0	2.2	-1.5	1.3	-2.3	-1.2	0.9	-2.4	-1.0
	3	2.3	1.5	2.7	4.9	0.6	1.0	2.3	-2.6	-0.1
	4	2.8	2.7	3.1	9.9	6.2	0.9	2.5	-2.3	1.7
Cypr	2	1.3	-0.4	2.5	1.7	0.8	-2.2	0.9	2.1	4.2
	3	0.8	2.1	4.1	2.7	0.9	-0.9	1.7	1.2	5.2
	4	2.0	2.2	5.0	1.5	0.8	0.4	2.9	3.9	3.3

<sup>1</sup>Intensidad: cantidad residual de hojas (kg MS/ha).

<sup>2</sup>Frecuencia: números de días de descanso.

<sup>3</sup>Especies : Enano = Pasto Elefante Eanano

(Pennisetum purpureum Schum.)

Otro = Otros pastos mejorados

P\_fac = Gamelote (Paspalum fasciculatum)

P\_Nat = Otros pastos naturales

Leg = Leguminosos

Maleza = Malas hierbas ("hojas anchas")

Cypr = Cyperácea

2, 3 y 4 = Corresponde con las diferencias entre el primero ciclo de pastoreo y los ciclos 2, 3 y 4 en los porcentajes presentes de las especies.

## ANEXO D

Características químicas y físicas del suelo al sitio experimental, 'Los Diamantes', Guápiles, Costa Rica.

#	M	pH	meq/100ml			microgr./ml			Textura <sup>1</sup>
			Ca	Mg	K	P	Zn	Cu	
1		5.6	4.59	1.80	0.10	5.7	1.23	3.9	arc
2		5.6	4.84	2.15	0.09	5.6	2.07	5.0	arc-aren
3		5.6	5.47	1.76	0.09	6.0	1.07	3.5	arc-aren
4		5.6	5.61	1.93	0.10	5.4	1.01	3.3	arc-aren
5		5.6	5.76	2.20	0.29	8.2	1.08	3.5	arc-aren
6		5.6	5.16	1.88	0.12	8.1	1.06	3.0	arc-aren
7		5.7	4.34	1.83	0.11	7.1	1.07	3.2	arc-aren

<sup>1</sup>Arc = arcilla  
Aren = arenoso

Fuente: IBRAHIM, 1989.