

## **Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela**

Ignacio González\*, María Betancourt, Abdénago Fuenmayor y María Lugo

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA Zulia, Km. 7 ½ vía a Perija. Proyecto ID-ZUL-05-00102-7 Fax 0261-7376219, 7357584. \*Correo electrónico: igonzaalez@inia.gov.ve.

---

### **RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del cultivar y la edad de madurez o cosecha sobre la composición química y el rendimiento en dos especies de pasto elefante *Pennisetum* sp. (verde y morado), en condiciones de bosque muy seco tropical del Occidente de Venezuela. El experimento se realizó en un área cultivada de aproximadamente 1 año de establecida, sembrada en hileras a 1,00 m de separación, sobre la cual se seleccionó un área experimental de 1.170 m<sup>2</sup> (90 x 13) para la investigación. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado, con arreglo factorial 5 x 2, 2 cultivares y 5 edades de madurez o cosecha (14, 28, 42, 56 y 70) días, repetidos 3 veces, para medir su efecto sobre las variables materia parcialmente seca (MS), proteína bruta (PB), fibra neutra detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), lignina ácido detergente (LAD), ceniza (CZ), rendimiento de materia verde (RMV) y rendimiento de materia seca (RMS). Se observó alta potencialidad de producción de biomasa para ambos cultivares, resultando superior ( $P < 0,01$ ) el cultivar elefante verde con rendimientos promedios de 10,2 t/ha MS, mientras que los mejores valores (17,1 %) de PB fueron aportados por el cultivar elefante morado. Solo hubo respuesta para FND con valores de 55,7 % para el cultivar Elefante verde. Los parámetros de composición química y rendimiento aumentaron con la edad de madurez, mientras que los contenidos de proteína y ceniza disminuyeron. El pasto Elefante (*Pennisetum* sp) como pasto de corte, muestra un alto potencial para la producción y calidad de biomasa, sin embargo como cualquier otro pasto tropical, reduce su valor nutritivo con la edad de madurez, lo cual requiere del establecimiento de estrategias de manejo para su eficiente utilización durante el año.

*Palabras Clave:* forraje, *Pennisetum* sp., composición química, rendimiento.

---

### **Production and chemical composition of forages of two species of grass Elephant (*Pennisetum* sp.) in Noroccidente de Venezuela**

#### **ABSTRACT**

The objective of the investigation was to evaluate the effect of cultivar and the age of maturity or harvest on the chemical composition and the yield in two species of Grass elephant *Pennisetum* sp. (Green and Purple), under conditions of very dry tropical forest West of Venezuela. The experiment was carried out in a cultivated area of approximately one year of established, sowed in arrays to 1,00 m of separation, of which an experimental area of 1.170 m<sup>2</sup> (90 x 13) was selected, for the investigation. The experimental design was factorial 5 x 2, with 2 cultivars and 5 ages of maturity or it harvests (14, 28, 42, 56 and 70) days, with three repetitions, to measure its effect on the partially dry matter variable (MS), gross protein (PB), fiber neutral detergent (FND), fiber acid detergent (FAD), lignina acid detergent (LAD), ash (CZ), yield of green matter (RMV) and yield of dry matter (RMS). High potentiality of production of biomass was observed for both cultivars, of which cultivating green elephant resulted superior with a ( $P < 0,01$ ) cultivating green elephant with yields averages of 10,2 t/ha MS, while

the best values (17,1%) in PB were contributed by cultivating lived elephant. For the components alone cellular wall there was answer for FND with values of 55,7% for cultivating green elephant. The parameters of chemical composition and yield increased with the age of maturity, while the protein contents and ash diminished. The grass elephant (*Pennisetum* sp) like court grass, show a high potential for the production and quality of biomass, however as any tropical grass, it reduces their nutritious value with the age of maturity, that which requires of the establishment of handling strategies for their efficient use during the year.

*Keywords:* forage, *Pennisetum* sp., chemical composition, yield

## INTRODUCCIÓN

En el mundo, los sistemas de producción de los rumiantes basan fundamentalmente la alimentación del rebaño en pastos y cultivos forrajeros que ocupan una superficie aproximada de  $3500 \times 10^6$  ha, cerca de 72% del área dedicada a la agricultura y un 27% de la superficie total de la tierra.

En el trópico latinoamericano el 78% de estos sistemas de producción están representados por ganadería de doble propósito, que cubre el 41% de la producción de leche (FAO, 1996).

Es por ello, que la utilización de los forrajes para la alimentación de estos rebaños no ha perdido importancia, ya que además de contribuir a suplir los requerimientos energéticos de los animales, también proporcionan una cantidad significativa de proteína, de manera, que con pastos de buena calidad fácilmente se pueden suministrar además del 50% de energía, un 60% de las necesidades de proteína para vacas lecheras (Tamminga y Chen, 2000).

Venezuela, dentro de su territorio nacional, contempla un porcentaje considerable de zonas áridas y semiáridas. El 12% de la zona Noroccidental del país está enmarcado dentro de estas zonas (COPLANARH, 1975), donde la principal limitante para la producción de rumiantes lo constituye el volumen y distribución de las precipitaciones, que originan una baja disponibilidad de forrajes de buena calidad para la alimentación de los rebaños.

El pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), es una gramínea forrajera de origen africano, que ha mostrado una excelente adaptación a las condiciones de suelo y clima del trópico bajo latinoamericano. Su alta capacidad fotosintética, favorecida por las altas temperaturas, predominantes en el trópico, le permite producir altas cantidades de biomasa.

Sin embargo, esta biomasa por lo general es de baja calidad y resulta afectada aun más, por las altas temperaturas ambientales que aceleran la tasa de maduración del forraje, lo que resulta el aumento significativo en el contenido de fibra y la lignificación de las paredes celulares además de la disminución de la digestibilidad (Wilson, 1982).

Esta especie puede ser suministrada para la alimentación animal, principalmente bajo tres formas: pastoreo, corte y ensilaje, mostrando un potencial productivo de 40 a 50 t MS/ha/año.

Los pastos de alto rendimiento, como los *Pennisetum*, permiten incrementar la producción por hectárea y con ello la capacidad de carga, factores determinantes en la mejora de la productividad de los sistemas de producción de leche y la rentabilidad de las fincas (Holmann *et al.*, 2003).

Debido a su rápido crecimiento, los pastos tropicales, pierden rápidamente su valor nutritivo con la madurez. Investigaciones realizadas en pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp), indican que su calidad nutricional cambia con la edad de corte (Correa *et al.*, 2004).

Es decir, disminuyen las concentraciones de proteína bruta (PB), extracto etéreo y carbohidratos no estructurales, aumenta la fibra neutro detergente (FND) y se mantienen sin cambios las concentraciones de lignina y cenizas (Correa, 2006).

El objetivo de la investigación es aportar información sobre la potencialidad y valor nutritivo del forraje verde de dos especies del pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), Elefante verde y Elefante morado, mediante la evaluación de su rendimiento y la composición química a diferentes edades de madurez o corte (14, 28, 42, 56 y 70 días), de manera de lograr una mejor utilización de estas especies forrajeras en la alimentación de rumiantes en el país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se condujo bajo condiciones de bosque muy seco tropical, en tres fases y lugares diferentes. La fase de campo se realizó en la Hacienda Alto Viento, propiedad de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ); la fase de secado, molienda y conservación de las muestras, en el Campo Experimental La Cañada, propiedad del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y la fase de análisis de laboratorio, se desarrolló en la Estación Local El Guayabo de INIA.

La parcela experimental estuvo ubicada geográficamente a 10° 34' LN y 71° 41' LW. Los suelos geológicamente pertenecen a la Depresión Zuliana, son áreas del Cuaternario Reciente en sus períodos Plioceno-Pleistoceno, pertenecientes a la formación "El Milagro". El relieve es predominantemente plano, formado por la deposición del Lago (Planicie del Lago de Maracaibo). El clima es cálido con temperatura anual promedio que oscila entre 28 y 29°C. Las precipitaciones varían desde 500 a 900 mm, distribuidas en 2 períodos: abril-mayo y octubre-noviembre, con una evaporación que supera a la precipitación.

La selección de las muestras a estudiar se basó en las variaciones relacionadas al tipo de cultivar (Elefante verde y Elefante morado) y edad de madurez o corte. Para la obtención de las muestras se empleó una parcela experimental de 1.170 m<sup>2</sup> establecida con 2 especies puras de *Pennisetum* sp., cultivar Elefante verde y Elefante morado, en su primer año de producción y 5 edades de madurez (14, 28, 42, 56 y 70 días), sobre lo cual se cosecharon las muestras de forraje verde.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento de materia verde, rendimiento de materia seca (MS) y composición química de los cultivares. La colección de las muestras se realizó durante la época seca del año (febrero-marzo), después de un corte de uniformización, realizado a 10 cm sobre el suelo. En cada fecha de corte, se cosecharon a la misma altura, 3 muestras de forraje verde de aproximadamente 3 kg de peso, tomadas al azar en el área experimental y transportadas inmediatamente en bolsas de papel hasta el laboratorio del Campo Experimental La Cañada INIA-Zulia, donde fueron secadas en una estufa de circulación forzada a 50°C por 72 horas.

Las muestras fueron molidas, en un molino Willey, utilizando una malla de 1 mm (Arthur H. Thomas Co-Philadelphia, PA. Módulo 4), para las determinaciones de la composición química. Se colectaron un total de 30 muestras de forraje de pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), provenientes de 2 cultivares (Elefante verde y Elefante morado), 5 edades de madurez (14, 28, 42, 56 y 70 días) y 3 repeticiones; cosechadas en un área de 4 m<sup>2</sup>.

Los análisis de composición química se realizaron por triplicado, determinando los contenidos de MS, materia orgánica (MO), cenizas (CZ) y nitrógeno total (Kjeldhal) según los métodos descritos por A.O.A.C (1990). El contenido de nitrógeno se transformó en PB multiplicándose por el factor 6,25. La FND se determinó de acuerdo a Van Soest *et al.* (1991), y la fibra ácido detergente (FAD) y lignina ácido detergente (LAD), según Robertson y Van Soest (1981).

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado con arreglo factorial 2x5, cultivares a 2 niveles y edades de madurez o cortes a 5 niveles, repetidos 3 veces, cuya expresión matemática es:

$$Y_{ijk} = \mu + C_i + EM_j + (CxEM)_{ij} + E_{ijk}.$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : Variable respuesta.

$\mu$ : Media general.

$C_i$ : Efecto del i-esimo cultivar.

$EM_j$ : Efecto de la j-esima edad de madurez o corte.

$(CxEM)_{ij}$ : Efecto de la interacción entre el i-esimo cultivar y la j-esima edad de madurez o corte.

$E_{ijk}$ : Error experimental.

Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el software estadístico SAS para Windows, versión 8.1 (SAS Institute Inc; North Caroline, USA). Las medias de producción y composición química fueron comparadas mediante la prueba de mínima diferencia significativa, a través del procedimiento PROC GLM y polinomios ortogonales para la comparación y el efecto de la edad.

Las relaciones entre los distintos parámetros estudiados (rendimiento y composición química), fueron establecidas mediante un análisis de

correlación lineal simple, aplicando el procedimiento PROC CORR (García, 2005).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento

En el Cuadro 1 se registran los efectos de 2 cultivares de Elefante (*Pennisetum* sp) y 5 edades de madurez sobre el contenido y rendimiento de materia seca (MS y RMS). El modelo utilizado, explica bien el comportamiento de las variables estudiadas ( $R^2=0,98$  y  $R^2=0,96$ ), mientras que la variación fue de 10,8% y 15,3% (CV), respectivamente. El contenido de MS de ambos cultivares mostraron comportamientos similares, con valores promedios de 21,2 %; mientras que para el RMS, se registraron diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ), resultando superior el cultivar Elefante verde, con valores de 10,2 t/ha, en comparación con el cultivar Elefante morado con valores de 8,56 t/ha. La relación entre el contenido y RMS no registró diferencias significativas.

La edad mostró un efecto cúbico altamente significativo ( $P<0,03$ ) sobre la MS, la cual se incrementó con la edad, presentando la mayor producción de MS (35,5%) a los 70 días de madurez y los mayores incrementos a partir de los 42 días de madurez. Por su parte, el RMS, presentó un efecto cuadrático altamente significativo ( $P<0,01$ ) con la edad y una interacción cuadrática significativa (Edad<sup>2</sup>\*Cultivar  $P<0,02$ ), lo que indica que la producción de biomasa del pasto Elefante (*Pennisetum* sp.), esta influenciada por la edad de madurez o cosecha y el cultivar utilizado, con valores de 22,8 t/ha a los 70 días y una tendencia creciente en los valores de RMS con la edad. Comportamientos similares en *Pennisetum purpureum* y otras especies como *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria ruziziensis* y *Brachiaria decumbens*, han sido reportadas por otros autores (Brow *et al.*, 1988; Vergara-López y Araujo-Febres, 2006; Beneval y Siquiera, 1987).

Los resultados en producción pudieron estar afectados por el volumen y distribución de las precipitaciones, durante el período en que se realizó la investigación (febrero-marzo), correspondió a la época seca, caracterizada por precipitaciones escasas, lo que significa poca disponibilidad de humedad en el suelo para el desarrollo vegetativo de la planta.

El análisis de correlación (Cuadro 2), indica una relación positiva del rendimiento de materia verde (RMV) con el RMS y el rendimiento de materia orgánica (RMO), con un coeficiente de correlación ( $r = 0,94$   $P<0,01$ ) para ambas variables, lo cual se considera un comportamiento típico de estos componentes, para la especie forrajera evaluada.

### Composición química

En el Cuadro 3 se presentan los efectos del cultivar y la edad sobre los contenidos de PB, FND, FAD, LAD y CZ del pasto Elefante (*Pennisetum* sp). El análisis de varianza arrojó diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ) entre cultivares de pasto Elefante para PB y CZ y altamente significativo ( $P<0,01$ ) para FND. Los resultados muestran un mejor comportamiento del cultivar Elefante morado para los contenidos de PB con valores de 17,1 %, mientras que el cultivar Elefante verde mostró un mejor comportamiento para el componente FND, con valores de 55,7 %. Estos registros nos permiten presumir, que los rebaños bovinos alimentados con forrajes de Elefante morado dispondrán de un mejor valor nutritivo en la ración, debido al mayor contenido de PB en la misma.

La PB disminuyó con la edad y el contenido de MS; mientras que para los contenidos de FAD y LAD, no se encontraron diferencias significativas entre los cultivares de Elefantes. Al igual que otras especies tropicales, en el pasto Elefante el valor nutritivo y la composición química se ve influenciada por el estado de madurez, disminuyendo el contenido de proteína e incrementando los niveles de fibra. Comportamiento similar han sido reportado en *Pennisetum* sp (FAO, 1982) y otras especies como *B. humidicola* (Vergara-López y Araujo-Febres, 2006), en donde los contenidos de proteína disminuyen a medida que avanza la edad del pastizal. La composición química presentó el pasto *Pennisetum* sp, concentraciones promedios de proteína de 16 % y en fibras (FND, FAD y LAD) de 53,4; 36,1 y 4,38 %; valores muy por encima del alcanzado por Cáceres y Santana (1988), Brow *et al.* (1988), FAO (1982) y Santana *et al.* (1985), en pastos tropicales y por Núñez *et al.* (2004) para maíz forrajero, donde registraron valores en proteína de 6,38, 3,69, 6,10 y 8,5 % y valores en fibra de 28,6 y 40 %, respectivamente e inferiores a los reportados por Rosthoj y Branda (2001) para dicho cultivar.

Cuadro 1. Efectos del cultivar y la edad sobre el contenido y rendimiento de materia seca (MS)

Variable	MS (%)	RMS (t/ha)
Cultivar		
Elefante verde	21,3	10,20
Elefante morado	21,0	8,56
Media	21,2	9,37
P	NS	< 0,01
Edad (días)		
14	11,6	0,48
28	12,7	2,22
42	16,5	6,50
56	29,5	14,80
70	35,5	22,80
Efectos		
Lineal	< 0,01	< 0,01
Cuadrático	< 0,01	< 0,01
Cúbico	0,03	0,15
Interacciones		
Cultivar*edad	0,99	0,024
Cultivar*edad <sup>2</sup>	0,53	0,023
Cultivar*edad <sup>3</sup>		
RSD	2,28	1,44
CV	10,8	15,3
R <sup>2</sup>	0,96	0,98

MS= materia seca; RSD=desviación residual estándar; CV=coeficiente de variación.

Cuadro 2. Coeficiente de correlación de Pearson de las variables rendimiento de materia verde, contenido de materia seca, rendimiento de materia seca y rendimiento de materia orgánica.

RMV ( t/ha)	MS(%)	RMS (t/ha)	RMO (t/ha)
RMV	0,02	0,94	0,94
P	0,91	< 0,01	< 0,01
MS		0,09	0,11
P		0,60	0,55
RMS			0,99
P			< 0,01

RMV= rendimiento de materia verde, MS= materia seca, RMS= rendimiento de materia seca, RMO= rendimiento de materia orgánica.

Cuadro 3. Efectos del cultivar y la edad sobre diferentes parámetros de composición química del pasto Elefante.

Variable	PB (%)	FND (%)	FAD (%)	LAD (%)	CZ (%)
Cultivar					
Elefante verde	14,9	55,7	36,8	4,10	16,5
Elefante morado	17,1	51,2	35,4	4,70	20,1
Media	16,0	53,4	36,1	4,38	18,3
P	0,01	NS	NS	NS	< 0,01
Edad (días)					
14	22,6	38,9	25,1	2,82	19,7
28	18,5	50,9	32,9	3,37	18,9
42	14,9	57,5	39,9	4,22	19,2
56	13,0	56,5	37,3	5,47	17,9
70	11,2	63,3	45,4	6,01	15,9
Efectos					
Lineal	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
Cuadrático	0,03	0,04	0,12	0,78	0,19
Cúbico	0,69	0,02	0,03	0,36	0,49
Interacciones					
Cultivar*edad	0,96	0,55	0,81	0,95	0,40
Cultivar*edad <sup>2</sup>	0,03	0,02	0,12	0,80	0,52
Cultivar*edad <sup>3</sup>	0,52	0,41	0,07	0,08	0,26
RSD	0,91	2,85	3,74	0,84	2,01
CV	5,67	5,33	10,4	19,2	10,9
R <sup>2</sup>	0,97	0,93	0,82	0,76	0,64

PB=proteína bruta; FND=fibra neutro detergente; FAD=fibra ácido detergente;

LAD=lignina ácido detergente; CZ=cenizas de la materia seca; RSD=desviación residual estándar;

CV=coeficiente de variación.

Este comportamiento quizás estuvo relacionado al manejo nutritivo del cultivo, el cual no recibió fertilización y riego durante el período de evaluación.

La edad mostró un efecto cuadrático altamente significativo ( $P<0,03$ ) sobre la PB, se determinó una disminución en la concentración de PB con la edad, con valores de 22,6% a los 14 días hasta 11,2% a los 70 días de madurez del pasto. Este es un comportamiento típico para el referido componente, que disminuye con la edad de cosecha o madurez del forraje, similares a los reportados por otros autores en especies como *Echinochloa polystachya* y *B. humidicola* (Combellas y González, 1973a y 1973b; Vergara-López y Araujo-Febres, 2006).

Para FND, la edad mostró un efecto cúbico altamente significativo ( $P<0,02$ ) y una interacción Edad<sup>2</sup>\*Cultivar altamente significativo ( $P<0,02$ ), con una tendencia a aumentar sus valores con la edad de madurez, con valores de 63,3% a los 70 días de madurez, contrario al comportamiento experimentado por la PB, lo cual discrepa con los resultados obtenidos por Vergara-López y Araujo-Febres (2006), quienes reportaron valores significativamente mayores y de comportamiento contrario en relación a la edad del cultivar. El resto de los componentes FAD, LAD y CZ, mostraron un efecto lineal muy altamente significativo ( $P<0,01$ ;  $P<0,01$ ;  $P<0,03$ ), con una clara tendencia a aumentar sus valores con la edad

de madurez del cultivar para el contenido de FAD y LAD y disminuir en el caso de la CZ.

Para los pastos de cortes como los *Pennisetum*, el conocimiento del valor nutritivo del forraje y su comportamiento con la edad de madurez, nos permite determinar con mucha aproximación, la especie más conveniente, el momento adecuado de cosecha del forraje y manejo óptimo del cultivo, para garantizar el volumen y calidad del forraje, tanto para consumo fresco como para conservación (Heno y Silaje). Los resultados de la investigación sugieren, realizar los períodos de corte para el pasto Elefante, entre los 42 y 56 días, cuando el cultivo muestra el volumen y calidad de forraje conveniente para la alimentación de rumiantes.

### Componentes de la pared celular

Los resultados comprueban que las gramíneas forrajeras tropicales, inician su crecimiento con un alto valor de PB, un rendimiento bajo de MS, y un contenido de Lignina bajo (Cuadro 3; Figura), sin embargo a medida que el pasto madura, podemos observar que los RMV y RMS y demás componentes de la pared celular (FND, FAD y LAD) se incrementan, mientras que los PB disminuyen; comportamiento similar aunque muy inferiores fueron reportados por Cáceres y Santana (1988) con reducciones de 46% en el contenido de proteína a medida que el pasto Elefante alcanza los 70 días de edad.

Este comportamiento está relacionado a su rápido crecimiento, maduración y en nuestras condiciones tropicales de zonas áridas, posiblemente a la época del año, lo cual sin duda, afecta la calidad nutricional de los pastos. Resultados similares han sido referidos por otros autores con especies como *Cynodon* sp. (Moreira *et al.*, 2004; Rojas *et al.*, 2004). En sistemas de producción como el nuestro, este comportamiento hace considerar el establecimiento de estrategias como el uso de leguminosas forrajeras (bancos de proteínas, asociaciones), la suplementación energética y mineral en la ración sobre todo en las épocas críticas, la fertilización del pastizal y la utilización de riego, para mejorar y/o mantener el volumen y calidad nutritiva del pasto durante el año. Sin embargo, es bueno tener presentes, que en oportunidades estas estrategias se encuentran sujetas a la decisión y gustos de los productores.

Los componentes de la pared celular FND, FAD y LAD (Cuadro 4); se relacionaron negativamente con los contenidos de PB ( $r = -0,93$ ,  $r = -0,84$  y  $r = -0,69$ ), con un alto coeficiente de correlación ( $P \leq 0,01$ ), lo cual discrepa con los resultados obtenidos por Vergara-López y Araujo-Febres (2006), quienes reportan una correlación positiva de la FAD con la PC y una tendencia definida del resto de los componentes de la pared celular a disminuir con la edad y concuerda con los resultados obtenidos por Pinheiro-Camarao *et al.* (1983), que demuestran que a medida que el pasto madura su contenido en proteína disminuyen y se incrementan los contenidos de los componentes de la pared celular.

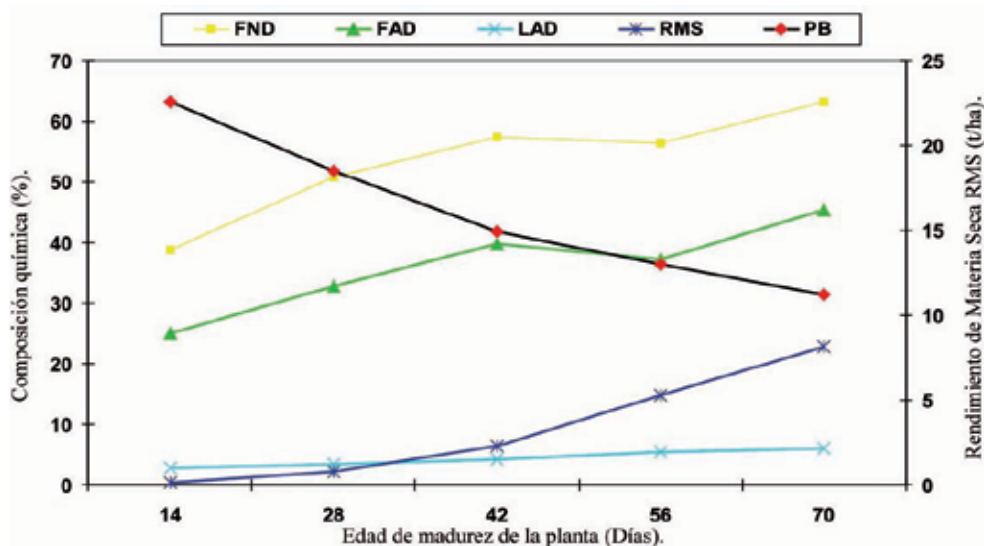


Figura. Producción, composición química y edad de madurez del pasto Elefante (*Pennisetum* sp)

Cuadro 4. Coeficiente de correlación de Pearson de las variables proteína bruta, fibra neutra detergente, fibra ácido detergente, lignina ácido detergente y ceniza.

	PB	FND	FAD	LAD	CZ
PB		- 0,93	-0,84	- 0,69	0,57
P		< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01
FND			0,86	0,65	-0,55
P			< 0,01	0,01	0,02
FAD				0,67	-0,40
P				< 0,01	0,03
LAD					-0,35
P					0,06

PB= proteína bruta, FND= fibra neutra detergente, FDA= fibra ácido detergente, LDA= lignina ácido detergente, CZ= ceniza de la materia seca.

### CONCLUSIONES

El pasto Elefante (*Pennisetum sp*), como pasto de corte, muestra un alto potencial para la producción de biomasa, sin embargo como cualquier otro pasto tropical, en condiciones de zonas áridas, reduce su valor nutritivo con la edad de madurez.

El cultivar Elefante verde presentó los mejores valores de RMS (10,20 t/ha) y FND (55,7 %), mientras que los mejores contenidos de PB los obtuvo el cultivar Elefante morado con valores de 17,1 %.

El contenido de PB alcanzó el valor más alto de 22,6 % a los 14 días de madurez, manteniéndose por encima de 11% hasta la edad de 70 días, lo cual resulta positivo dado la distribución y volumen de las precipitaciones en la zona de producción ganaderas durante el período de investigación.

La edad de madurez afectó los parámetros de composición química y rendimiento del pasto Elefante, reduciendo los contenidos de PB, pero mejorando las concentraciones de fibra (FDN, FDA y LDA) y los rendimientos u oferta de forraje (RMV, RMS y RMO), lo cual hace del pasto Elefante (*Pennisetum sp.*), una buena alternativa forrajera para las zonas áridas de los trópicos latinoamericanos.

Las relaciones establecidas a través del análisis de correlación para los parámetros de composición química y rendimiento del pasto Elefante, permiten considerar criterios para garantizar la mejor oferta y calidad del forraje durante las épocas del año, contemplando la posibilidad de la suplementación mineral en la ración, la fertilización del pastizal y la utilización de riego, para mejorar y/o mantener la calidad nutritiva del pasto durante todo el año.

Tomando en cuenta los criterios de producción y calidad de los pastos, necesarios para satisfacer los requerimientos del animal, los resultados de la investigación permiten recomendar como mejor época de cosecha para el pasto Elefante (*Pennisetum sp*), la fecha cercana a los 56 días de madurez, lo cual garantiza un buen aporte cualitativo y cuantitativo de la biomasa cosechada.

Es importante señalar, que en el presente trabajo, la aplicabilidad de los resultados y el conocimiento generado, para la selección de las especies, época más oportuna de cosecha, manejo del cultivo y estrategias sugeridas para mejorar el volumen y calidad del forraje para la alimentación de los rebaños, es un valioso aporte que debe ser tomado en cuenta, para ser aplicado en los sistemas de producción de ganadería bovina doble propósito establecidas en las zonas áridas y semiáridas del país.

### LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> edition Association of Official Analytical Chemists Arlington, V A. pp 1-10.
- Beneval, R., e A. J. Siquiera, B. 1987. Composição química e rendimento do capim andropogon (*Andropogon gayanus* var. *Biscuamulatus* cv. Planaltina) em diferentes idades de corte. Anais Esc. Agron. E vet. 17: 49-58.
- Brow, D., M. Salim, E. Chavalimu. and H. Fitzhugh. 1988. Intake, selection, apparent digestibility and chemical composition of *Pennisetum purpureum* and *Cajanus cajan* foliage as utilized by lactating goats. Small Ruminant Research.1: 59-65.



- Cáceres, C. y H. Santana. 1988. Influencia de la edad de cosecha sobre valor nutritivo y rendimiento de nutrimentos de tres gramíneas forrajeras. *Pastos y Forrajes*. 11: 183-189.
- Combellas, J.; y E. González. 1973a. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 4. Pasto Alemán [*Echinochloa polystachya* (H.B.K) Hitchc.]. *Zoot. Trop.* 23:269-275.
- Combellas, J.; y E. González. 1973b. Rendimiento y valor nutritivo de forrajes tropicales. 5. Pasto Para (*Brachiaria mutica* stapt). *Zoot. Trop.* 23:277-286.
- COPLANARH. 1975. Inventario Nacional de Tierras. Región Lago de Maracaibo. Ministerio de Agricultura y Cría. pp 3-15.
- Correa H J, y J. M. Ceron, H. Arroyave, Y. Henao, y A. López. 2004. Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. **In:** IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. Cooperativa Colanta, Hotel Intercontinental de Medellín, Noviembre 10 y 11: 231 - 274.
- Correa. H. J. 2006. Calidad Nutricional del pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp*) cosechado a dos Edades de Rebrote. *Fac. Cienc. Agrop, UNC. Medellin*. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/6/corr18084.htm>.
- FAO. 1982. Piensos tropicales: Resúmenes informativos sobre Pienso y Valores Nutritivos. Ed. FAO. Roma Italia. p 550.
- FAO. 1996. *Production Yearbook, 1995*. Ed: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. p78.
- García, J. 2005. Aplicación del SAS al Análisis de Regresión en Producción Animal. Departamento de Producción Animal. ETSI. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. España. p. 105.
- Holmann F.; L. Rivas, J. Carulla, L. Giraldo,; S.Guzmán, M. Martínez, B. Rivera, A. Medina, y A. Farrow. 2003 Evolución de los Sistemas de Producción de Leche en el Trópico Latinoamericano y su interrelación con los Mercados: Un Análisis del Caso Colombiano. CIAT, Cali. p 53.
- Moreira, F. B.; I. N. Prado, U. Cecato, F. Wada, and I. Mizubuti. 2004. Forage evaluation, chemical composition, and *in vitro* digestibility of continuously grazed star grass. *Animal Feed Science and Technology* 113 pp. 239–249
- Núñez, H. G.; G. F. Contreras, y C. R. Faz. 2004. Producción, composición química y digestibilidad *in vitro* de híbridos de maíz de origen tropical y templado en la región árida de México. *Revista de Investigación, Difusión Científica y Agropecuaria. AIA.* 8 (1):63-72.
- Pinheiro-Camarao, A.; H. Marques Batista, J. de B. Lourenco Junior, E. S. Dutra. 1983. Composição química e digestibilidades *in Vitro* do capim quicuio-da-amazonia em tres idades de corte. *Bol. de Pesq.* 51:5-17.
- Robertson, J. B. and P. J. Van Soest. 1981. “The detergent system of analysis and its application to human foods”. **In:** *The analysis of Dietary in Food*. Ed: W.P.T. James and O. Theander. Marcel Dekker, New York, USA. pp 123-158.
- Rojas, Y.; J. Rincón, Y. Gallardo, y M. Leal. 2004. Evaluación de frecuencias y alturas de corte en tres cultivares *Cynodon dactylon*, (L.) Pers., en condiciones de bosque muy seco tropical. II: Valor nutritivo. *Zootecnia Tropical*, Vol. 22, No. 2, 2004, 175-181.
- Rosthoj L., I. Selma, y L. N. Branda. 2001. Determinación de los nutrientes digestibles totales en ovinos a partir del *Pennisetum purpureum* y variedades. *Revista de Ciencia y Tecnología. UNA, Paraguay.* Vol. 1(3): 83-90.
- Santana H., O. Cáceres, y L. Rivero. 1985. Calidad y valor nutritivo de cinco gramíneas forrajeras. *Pastos y Forrajes*. 8: 435-447.
- SAS. 1990. SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, version 6, Fourth Edition, Volume 1, Volume 2, Cary, NC:SAS Institute Inc., North Caroline.
- Tammiga, S. and X. B. Chen. 2000. “Animal-based technique for the estimation of protein value of forages”. **In:** *Forage evaluation in ruminant nutrition*. Eds: D. I. Givens., E. Owen., R. F. E. Oxford y H. M. Omed. CABI Publishing. Wallingford, UK. p 496.

- Tilley J, and K. Terry. 1963. A two stages techniques for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18(2): 104-111.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. "Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition". J. Dairy Sci., pp 543-583.
- Vergara-López J. y O. Araujo-Febres. 2006. Producción, composición química y degradabilidad ruminal in situ de *Brachieria humidicola* (RENDLE) SCHWEICK en bosque seco tropical. Rev. Fac. Agron. LUZ. Vol. XVI, N° 3:239-248.
- Wilson, J. R. 1982. Enviromental and nutrional factors affecting herbage quality. En: J. B. Hacker (ed.), Nutritional Limits to Animal Production from Pastures: Commonwealth Agricultural Bureaux, Fornham Royal, UK. p 111