

## Efecto de los factores climáticos y altura de corte sobre el valor nutritivo y producción de materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott)<sup>1</sup>

The effect of climatic factors and height of clipping on nutritive value and dry matter yield of dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott)

Beatriz del C. Quintero<sup>2</sup>  
Tyrone Clavero<sup>3</sup>  
Carmen Castro de Rincón<sup>3</sup>  
Alonso del Villar<sup>4</sup>  
Omar Araujo Febres<sup>3</sup>

### Resumen

Un experimento de campo fue realizado en el Centro Experimental de Producción Animal (CEPA) de la Universidad del Zulia, con el objeto de evaluar la relación entre los factores climáticos, el valor nutritivo y la materia seca del pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. Mott. El rendimiento y el valor nutritivo fueron determinados a dos alturas de corte (10 y 30 cm). Relaciones de la proteína cruda (PC), celulosa (CEL), hemicelulosa (HEMI), lignina (LIG), digestibilidad *in vitro* (IVDOM) con los factores ambientales temperatura del aire (TA), radiación solar (RS), insolación (I), humedad relativa (HR), precipitación (P) y evaporación (E). Los valores medios de FC, LIG, HEMI, CEL, IVDOM, rendimiento y relación hoja-tallo fueron: 9,80%, 4,67%, 27,76%, 34,05%, 72,20%, 5861,22 Kg/ha y 91,23% respectivamente. Los factores ambientales más consistentes fueron P ( $R^2 = 0,49$ ), HR = ( $R^2 = 0,58$ ), y E = ( $R^2 = 0,63$ ). No existieron diferencias significativas entre las alturas de corte.

**Palabras Claves:** *Pennisetum purpureum*, elefante enano, valor nutritivo, materia seca, relación hoja-tallo.

Recibido el 23-02-94 • Aceptado el 14-07-94

1 Proyecto N° 1315-89 financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES).

2 M.S. egresada del Postgrado en Producción Animal, Facultad de Agronomía, LUZ.

3 Postgrado en Producción Animal, LUZ-Agronomía. Apdo. Postal 15205. Maracaibo-Venezuela.

4 Facultad de Agronomía, LUZ.

## Abstract

A field experiment was conducted at the Experimental Center of Animal Production (CEPA) of Zulia University with the objective to evaluate the relationship between environmental factors and forage quality and dry matter production of dwarf elephant grass *Pennisetum purpureum* cv. Mott. Forage yield and quality were determined at two height of clipping (10 and 30 cm). Relationship of protein (CP), cellulose (CEL) and hemicellulose (HEMI), lignina (LIG), *in vitro* digestibility (IVDOM) with the environmental factors air temperature (AT), solar radiation (SR), insolation (I), relative humidity (RH), rainfall (R) and evaporation (E). The means value of CP, LIG, HEMI, CEL, IVDOM, yield and leaf-stem ratio were: 9,80%, 4,67%, 27,76%, 34,05%, 72,20%, 5861,22 Kg/ha y 91,23% respectively. The most consistent environmental factors were: R ( $R^2 = 0,49$ ), RH ( $R^2 = 0,58$ ), y and ( $R^2 = 0,63$ ). There were not significant differences between height of clipping.

**Key words:** *Pennisetum purpureum*, Dwarf elephant, nutritive value, dry matter, leaf-stem ratio.

## Introducción

Las regiones tropicales se caracterizan por los bajos rendimientos y calidad de los pastizales en zonas fundamentadas en el pastoreo como centro del sistema de producción animal bovina, de manera que se hace necesario el conocimiento y la búsqueda de nuevas especies con características deseables para el desarrollo de pastizales con elevado potencial forrajero.

Estudios de mejoramiento genético han generado nuevos materiales forrajeros entre ellos el pasto elefante enano *Pennisetum purpureum* cv. Mott. En esta constante búsqueda de especies forrajeras que superen las características de las tradicionales, principalmente en lo

que se refiere a producción de materia seca, contenido de proteína y digestibilidad, también se debe tomar en cuenta a través del año, debido a variaciones climáticas por lo que se realizó un amplio trabajo de investigación en donde se pretende:

Determinar la relación de los factores climáticos y altura de corte con el valor nutritivo del pasto elefante enano.

Determinar la relación de los factores climáticos y altura de corte con la producción de materia seca.

Determinar si cambios en la relación hoja-tallo, digestibilidad de hojas y tallo o ambos, tienen una tendencia estacional.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Producción Animal (CEPA) de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia, a la altura del Km. 25 de la carretera Maracaibo-Machiques. Desde el punto de vista agroecológico corresponde a un bosque muy seco tropical, con promedio anual de 500-600 mm, una temperatura media anual de 28°C y una evaporación media anual de 1662 mm (4).

Se evaluó el pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott) el cual estaba ya establecido y se le dieron los requerimientos hídricos necesarios. Se utilizó un área de 40 m<sup>2</sup>, la cual se dividió en dos para estudiar las dos alturas de corte, en el campo se tenía un total de cuatro repeticiones las cuales fueron fertilizadas con un fórmula completa (15-15-15) a razón de 250 Kg/ha.

Los tratamientos consistieron en el estudio de dos alturas de corte (10 y 30 cm), la cosecha fue realizada a los 56 días, las macollas se pesaron en base fresca, luego se separaron las fracciones de hoja y tallo, para ser secadas y molidas y posteriormente realizarse los análisis de laboratorio: materia seca, proteína cruda (1), fibra neutro detergente (14), fibra ácido detergente (12), lignina (12), digestibilidad *in vitro* (13).

Se determinó la relación hoja:tallo (RHOTA) en forma porcentual, dividiendo el peso seco de las hojas entre el peso seco de la planta completa, por encontrarse casos donde la macolla no presentaba tallos, y se estimó la producción de materia seca en hojas (MSH), tallos (MST) y la planta completa (MSP).

Los factores climáticos se registraron en la estación meteorológica de La Cañada Edo. Zulia. Se seleccionaron cinco variables dependientes como proteína cruda (PC), lignina (LIG), hemicelulosa (HEMI), celulosa (CEL) y digestibilidad *in vitro*. Las variables independientes fueron: temperatura del aire (TA), radiación solar (RS), evaporación (E), insolación (I), humedad relativa (HR) y precipitación (P).

Se realizó el análisis de regresión múltiple, seleccionando las variables a través del método Stepwise, el cual computariza una secuencia de ecuaciones de regresión.

El análisis se realizó en forma independiente, tomando en cuenta las fracciones de la planta (hoja-tallo) y la altura de corte (10 y 30 cm). Se presentaron casos donde no se obtuvo información de las fracciones de la planta/altura de corte, a causa de valores faltantes por naturaleza propia del mismo ensayo.

## Resultados y discusión

### Proteína.

El análisis de regresión utilizado arrojó una serie de ecuaciones

(Cuadro 1) observándose que la evaporación y la humedad relativa fueron los factores climáticos que más

**Cuadro 1. Ecuaciones de predicción para proteína cruda**

Fracción de Altura de la Planta	Corte (cm)	Ecuación	R <sup>2</sup> (M)	R <sup>2</sup> (P)			
				E	HR	TAP	P
Hoja	10	-17,36 + 2,80E + 0,13HR	0,63	0,48	0,15		
Hoja	30	-12,17 + 0,91E + 0,23HR	0,54	0,02	0,52		
Tallo	10	-14,47 + 0,04TA -0,40E + 0,37HR-0,03P	0,63	0,22	0,09	0,28	0,04

E: Evaporación

HR: Humedad Relativa

TA: Temperatura del Aire

P: Precipitación

R<sup>2</sup> (M): Coeficiente de Determinación del ModeloR<sup>2</sup> (P): Coeficiente de Determinación Parcial

influyeron en el contenido de proteína de las hojas, no encontrándose diferencias en el contenido de proteína por efecto de la altura de corte, al aumentar la humedad relativa se reduce la tasa de evaporación y transpiración de las plantas, con lo cual la planta aprovecha al máximo el agua disponible en el suelo y al mismo tiempo su madurez se hace más tardía, ofreciéndose al animal un pasto con altos contenidos de proteína por mayor tiempo.

Los valores de proteína están dentro del rango de los reportados por otros autores (8 y 15), en los tallos además de los factores anteriormente mencionados, la P y la TA están interfiriendo en el porcentaje de proteína (9), ya que fluctuaciones en la utilización de energía lumínica, ensombrecimiento mutuo y variaciones en el gradiente de temperatura y humedad influyen en las variaciones de proteína.

### **Lignina.**

Entre las variables que afectaron a este componente en las hojas y tallos en ambas alturas de corte (Cuadro 2) encontramos la temperatura del aire, la radiación y la evaporación, (9 y 2). Las altas temperaturas aceleran la velocidad de crecimiento, aumentando el contenido de lignina dentro de la planta, la radiación es un factor climático que afecta al mismo tiempo la temperatura. Los valores obtenidos están por debajo de los reportados (3), el contenido de lignina varía entre 5 y 8% en la mayor parte de los forrajes tropicales, siendo esto favorable ya que la lignina es considerada el causante pri-

mario de la diferencia estacional en aumentos de pesos. (5).

Para las hojas cortadas a 30 cm el  $R^2$  resultó no significativo para el modelo; respecto a la altura de corte no se dio una variación en cuanto al contenido de lignina, reportándose resultados diferentes obtuvieron (9).

### **Hemicelulosa**

Las ecuaciones determinadas para este componente (Cuadro 3) indican que entre las variables que más influyeron están la precipitación (mayor participación dentro del modelo), la temperatura, la humedad relativa, la insolación y radiación tuvieron un menor efecto dentro de esta fracción. El agua es un factor importante, ya que al faltar éste las hojas como un mecanismo de defensa cierran sus estomas no utilizando la luz recibida eficientemente, acelerando el pasto su madurez y por ende aumenta el contenido de este carbohidrato dentro de la planta, disminuyendo la calidad de la misma.

### **Celulosa**

Dentro de la fracción hojas la humedad relativa fue la variable más explicativa del total de las seleccionadas (Cuadro 4) y en la fracción tallo las de mayor importancia fueron: la precipitación y la radiación solar, (2) indica que la eficiente utilización de la luz está directamente relacionada con la humedad disponible en el suelo. En condiciones de alta intensidad de luz, poca humedad o en situaciones que favorezcan una elevada transpiración se desarrolla gran cantidad de tejido de sostén (9).

**Cuadro 2. Ecuaciones de predicción para lignina**

Fracción de Altura de la Planta	Corte (cm)	Ecuación	R <sup>2</sup> (M)	R <sup>2</sup> (P)			
				TA	RS	P	E
Hoja	10	-16,16 + 0,42TA + 0,02RS + 0,01P	0,20	0,06	0,10	0,04	
Tallo	30	-14,01 + 1,65TA + 0,05RS + 3,30E + 0,01P	0,40	0,05	0,18	0,08	0,09
Tallo	30	- 14,37 - 1,26TA + 4,11E	0,30	0,11			0,19

98

TA: Temperatura del Aire

RS: Radiación Solar

P: Precipitación

E: Evaporación

R<sup>2</sup> (M): Coeficiente de Determinación del Modelo

R<sup>2</sup> (P): Coeficiente de Determinación Parcial

**Cuadro 3. Ecuaciones de predicción para hemicelulosa**

Fracción de la Planta	Altura de Corte (cm)	Ecuación	R <sup>2</sup> (M)	R <sup>2</sup> (P)				
				I	P	RS	TA	HR
Hoja	10	30,38 - 0,75I + 0,02P	0,53	0,02	0,51			
Tallo	30	33,03 - 0,02RS + 0,01P	0,24		0,22	0,02		
Tallo	10	8,26 + 2,45TA - 0,67HR + 0,03P	0,36		0,14		0,08	0,14

I: Insolación

P: Precipitación

RS: Radiación Solar

TA: Temperatura del Aire

HR: Humedad Relativa

R<sup>2</sup> (M): Coeficiente de Determinación del Modelo

R<sup>2</sup> (P): Coeficiente de Determinación Parcial

#### Cuadro 4. Ecuaciones de predicción para celulosa

Fracción de Altura de la Planta	Corte (cm)	Ecuación	R <sup>2</sup> (M)	R <sup>2</sup> (P)				
				I	P	RS	TA	HR
Hoja	10	98,35 - 1,12TA - 0,39HR	0,61				0,03	0,58
Hoja	30	73,98 - 0,50HR + 0,01P	0,42	0,03				0,39
Tallo	10	26,63 - 0,09RS + 3,90I + 0,05P	0,52	0,23	0,20	0,09		
Tallo	30	88,50 - 0,37RS + 8,03I + 0,07P	0,35	0,05	0,10			

TA: Temperatura del Aire

HR: Humedad Relativa

P: Precipitación

RS: Radiación Solar

I: Insolación

R<sup>2</sup>(M): Coeficiente de Determinación del Modelo

R<sup>2</sup>(P): Coeficiente de Determinación Parcial



Los valores de celulosa están por encima de los señalados (6). No hay diferencias en el contenido de celulosa de las hojas indiferentemente de la altura cortada, pero si la hay entre ambas fracciones siendo esta mayor en las hojas. No se detectaron diferencias en cuanto al contenido de carbohidratos estructurales dentro de la planta por efecto de la altura de corte.

### **Digestibilidad *in vitro***

Las variables seleccionadas nos permiten estimar en cierto grado la digestibilidad *in vitro* de los pastos, observándose en las ecuaciones (Cuadro 5) de cada caso las variables independientes que la afectaron, siendo común entre ellas la precipitación, la evaporación y humedad relativa, su participación dentro del modelo se señalan en la misma tabla. Al aumentar la humedad relativa se disminuye la evaporación, con lo cual se reduce la pérdida del agua por parte de la planta, se retarda la aparición del material senescente obteniéndose un pasto por mayor tiempo verde, donde sus carbohidratos estructurales en especial la lignina están en menor grado, aumentando la digestibilidad del mismo por parte del animal.

No se determinó diferencias entre las alturas de corte con respecto

a la digestibilidad, al comparar las fracciones de la planta, hay un incremento de ésta en las hojas, (11).

### **Producción de Materia Seca**

Las ecuaciones seleccionadas que explican el comportamiento de esta variable dependiente (Cuadro 6) señalan que la evaporación es el factor más influyente. Se reporta que cuando el aire se seca alrededor de una superficie foliar los estomas se cierran, y la luz no es utilizada eficientemente (2). Por lo cual la tasa fotosintética se reduce, disminuyendo el área foliar de la planta. Se observó, una pequeña diferencia entre los valores observados, debido a una disminución en la producción de tallos, tal vez como consecuencia de la disminución de los carbohidratos de reserva (10); los valores de producción de materia seca se aproximan a los reportados (8).

### **Relación Hoja-Tallo**

La evaporación y la precipitación son los que más intervinieron en esta respuesta (Cuadro 7). Los valores estimados para la altura de corte de 10 cm fue 88.8% y para 30 cm 93.1% mientras los observados para estas mismas alturas fueron 89.3% y 93.2% respectivamente.

## **Conclusiones y recomendaciones**

Los porcentajes de proteína cruda reportados indican que es un pasto con alto valor forrajero, encontrándose que la evaporación, la humedad relativa y la temperatura son

las variables que más afectaron la proteína, no encontrándose diferencias marcadas entre las dos alturas de cortes.

**Cuadro 5. Ecuaciones de predicción de la digestibilidad *in vitro***

Fracción de Altura la Planta	Corte (cm)	Ecuación	R <sup>2</sup> M	R <sup>2</sup> (P)						
				TA	RS	P	E	I	HR	
Hoja	10	32,14 - 0,11RS + 0,11RS + 2,94E + 0,79HR - 0,04P	0,75	0,10	0,06	0,02			0,57	
Hoja	30	39,42 + 2,429E - 3,40I + 0,58HR - 0,04P	0,69				0,03	0,01	0,06	0,59
Tallo	10	256,41 - 9,74TA - 5,79E + 1,88HR - 0,11P	0,73	0,09		0,20	0,03			0,14

06

TA: Temperatura del Aire

HR: Humedad Relativa

P: Precipitación

RS: Radiación Solar

I: Insolación

E: Evaporación

R<sup>2</sup> (M): Coeficiente de Determinación del Modelo

R<sup>2</sup> (P): Coeficiente de Determinación Parcial

**Cuadro 6. Ecuaciones de predicción para la producción de materia**

Fracción de Altura de la Planta	Corte (cm)	Ecuación	R <sup>2</sup> (M)	R <sup>2</sup> (P)				
				I	P	RS	TA	HR
Hoja	10	-22530,95 + 4431,35E	0,27				0,04	0,27
Hoja	30	-18402,51 - 1012,40TA - 14,52RS + 3255,12E	0,20			0,13		0,03
Tallo	10	-14254,70 + 1621,35E + 526,58I + 9,42P	0,05	0,09				0,44
Tallo	30	- 5308,35 +4,45RS + 10,53,63E - 37,76HR + 4,5P	0,56		0,13	0,01		0,06 0,36
Planta	10	-31577,33 + 5932,36E + 4,97P	0,34		0,02			0,32

91

E: Evaporación

TA: Temperatura del Aire

RS: RadiaciónSolar

I: Insolación

P: Precipitación

HR: Humedad Relativa

R<sup>2</sup> (M): Coeficiente de Determinación del Modelo

R<sup>2</sup> (P): Coeficiente de Determinación Parcial

Cuadro 7. Ecuaciones de predicción para la relación hoja-tallo

Altura de Corte (cm)	Ecuación	R <sup>2</sup> (P)				
		R <sup>2</sup> (M)	I	P	TA	EVA HR
10	-199,79 - 12,06E - 3,47I - 0,09P	0,79	0,20	0,06	0,53	
30	-178,37 - 2,75TA - 9,22E + 0,77HR - 0,07P	0,80	0,49	0,01	0,20	0,01

E: Evaporación

I: Insolación P: Precipitación

TA: Temperatura del Aire

HR: Humedad Relativa

R<sup>2</sup> (M): Coeficiente de Determinación del ModeloR<sup>2</sup> (P): Coeficiente de Determinación Parcial

Los carbohidratos estructurales fueron influenciados por un conjunto de factores, encontrándose que la lignina fue más afectada por la radiación y la evaporación. Mientras que la hemicelulosa fue afectada por la precipitación y la humedad relativa. Con respecto a la celulosa entre las variables que más determinaron el modelo encontramos la humedad relativa, la insolación, precipitación y radiación solar. Los valores de cada uno de estos carbohidratos están dentro del rango de aceptabilidad para los forrajes.

La altura de corte no tuvo un efecto significativo en las respuestas encontradas en las variables dependientes.

Con respecto a la producción de materia seca fueron la evaporación y la precipitación son las variables independientes que más explican este comportamiento y los valores encontrados son similares a los reportados.

El porcentaje de hojas fue alto en ambos casos, lo cual es lo ideal para una mejor aceptabilidad por parte del animal, además, de considerarse un pasto con excelentes cualidades por los valores nutricionales y producción encontrados.

Cuando un factor climático con la interacción de varios factores son desfavorables para el pasto, por acelerar en muchos casos los procesos fisiológicos que alteran sus constituyentes químicos, se sugiere darle un manejo diferente al pastizal: acortar la frecuencia de corte, para obtener un material forrajero con aceptable contenido de proteína cruda y bajo contenido de carbohidratos estructurales en especial la lignina; obteniéndose un pasto más aceptable por parte del animal. También se debe aumentar la altura de corte, ya que al ser muy bajo el corte el pastizal tardaría más en recuperarse por estar eliminándole sus puntos de reservas.

Al tratar sobre la adaptación de los pastos nos referimos siempre a un conjunto complejo de factores los cuales actúan unos sobre otro, lo cual hace difícil su comprensión, razón por lo cual se deben continuar estos estudios para poder entender sus efectos sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de los pastos, la velocidad del viento y la temperatura del suelo son factores que se deben estudiar por su efecto sobre otros factores climáticos como la humedad relativa, evaporación etc.

## Literatura citada

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1955. Official methods of analysis (12<sup>th</sup> Ed.). Washigton. D.C.
2. Bernal, J. 1991a. Factores ecológicos en la producción de forrajes. En: Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. 2<sup>da</sup> edición. 19-41.
3. Bernal, J. 1991b. Valor nutritivo de los forrajes. En: Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. 2<sup>da</sup> edición. 89-106.
4. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidraulicos (COPLANARH). 1974. Altas: Inventario nacional de tierras. Región Lago de Maracaibo.

5. Ford, C. W. 1978. Effect of partial delignification on the *in vitro* digestibility of cell-wall polysaccharides in *Digitaria decumbes* (Pangola grass). Aust. J. Agric. Res. 29: 1157-1166.
6. Gavilanes, C., E. Alarcón y P. Mendoza. 1978. Constituyentes de la pared celular y digestibilidad del pasto braquiaria (*Brachiaria decumbes*, Staps.) en dos estados de desarrollo. Rev. ICA.13(1): 91-98.
7. Goncalves, C. A., M. S. Neto. y J. B. Da Veiga. 1979. Comparacao de cultivares e hibridos de capim-elefante. Pesq. Agropec. Bras. 14(4): 359-364.
8. González, B. 1990. El pasto Elefante Enano. Noticias Agrícolas. FUSAGRI. 13(12): 49-56.
9. Herrera, R. S. 1983. La calidad de los pastos. En: Los pastos en Cuba. Tomo II. Utilización. (EDICA). La Habana, Cuba. 59-109.
10. Herrera, R. S. 1985. Algunos factores que afectan la calidad de los pastos. Rev. Cubana Cienc. Agric. 19(1): 223-230.
11. Tanaka, S., K. ITO, E. MIYAGI and S. INANAGA. 1989. Biological and *in vitro* digestible dry matter yields of napier grass grown at three regional sites in Japan. Japanese J. of Crop Sci. 58(4): 562-568.
12. Van Soest, P. J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. J. Assoc. Official Agr. Chem. 46(5): 829-535.
13. Van Soest, P. J. 1975. Forage Fiber Analyses. Agriculture Handbook N° 379. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture.
14. Van Soest, P. J. and R. H. Wine. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell wall constituents. J. Assoc. Official Anal. Chem. 50: 50-55.
15. Woodward, K. R. 1990. Biomass yield and silage characteristics of elephantgrass (*Penisetum purpureum* Schum) as affected by harvest frequency and genotype. Dissertation Abstracts International. B, Science and Engineering. 51: 3.