

NOTA TÉCNICA

DIGESTIBILIDAD Y CALIDAD DEL *Pennisetum purpureum* CV. KING GRASS A TRES EDADES DE REBROTE¹

Pablo Andrés Chacón-Hernández², Claudio Fabián Vargas-Rodríguez²

RESUMEN

Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. king grass a tres edades de rebrote. El presente estudio se desarrolló en la Estación Experimental Alfredo Volio Mata de la Universidad de Costa Rica ubicada a 1.542 msnm, de julio a octubre del 2007. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la edad de rebrote en el valor nutricional del *Pennisetum purpureum* cv. king grass. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar donde las edades de cosecha, tres edades de rebrote (60, 75 y 90 días), correspondieron a los tratamientos los cuales fueron evaluados en tres periodos diferentes con tres repeticiones por tratamiento. La mejor calidad del forraje se presentó cuando el material se cosechó a 60 días. A los 90 días de edad la calidad del king grass se vio más afectada. La época de cosecha y la proporción de hojas en el material cosechado afectaron la composición del pasto king grass.

Palabras clave: Pasturas, forrajes, nutrición, composición, degradabilidad.

ABSTRACT

Digestibility and quality of *Pennisetum purpureum* cv. king grass at three different ages. The study was carried out at the Alfredo Volio Mata Experimental Station of the University of Costa Rica located at 1542 masl, from July to October 2007. The main objective was to evaluate nutritional aspects and digestibility of *Pennisetum purpureum* cv. king grass forage harvested at three different cutting ages (60, 75 and 90 days). A randomized complete block design was implemented; the assigned treatments were the three different forage ages evaluated in three periods with three repetitions each one. The results showed a better quality of forage harvested after 60 days of growth. The quality of king grass was affected more when materials were cut at an age of 90 days. Moreover, the king grass composition was affected by the proportion of leaves and the harvest time.

Key words: Pastures, forages, nutrition, composition, degradability.



INTRODUCCIÓN

En muchas explotaciones pecuarias el forraje es considerado la fuente de menor costo para suplir

nutrientes a los animales (Luginbuhl y Poore 2005), por lo que el éxito de dichas empresas depende en una gran proporción del adecuado uso y manejo de este elemento.

¹ Recibido: 30 de marzo, 2009. Aceptado: 16 de noviembre, 2009. Trabajo financiado por la Vicerrectoría de Investigación. Proyecto 737-A6-083. Universidad de Costa Rica.

² Estación Experimental Alfredo Volio Mata Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. pablochaconh@gmail.com; fabian.vargas@ucr.ac.cr

La necesidad de aumentar la producción de la tierra disponible para actividades agropecuarias, obliga a los productores a recurrir a alternativas que aporten volumen pero que a su vez impriman calidad para la producción, por lo cual deben implementar pasturas manejadas bajo un régimen de corte y acarreo, con el fin de suplir las necesidades diarias de los hatos. Una de las variedades de pasto más utilizada es el *Pennisetum purpureum* cv. king grass, que se caracteriza por tener una buena producción de biomasa de calidad nutricional aceptable (Araya y Boschini 2005, Meléndez *et al.* 2000).

El adecuado manejo de dicho pasto, involucra aspectos tales como la edad de rebrote, la cual está íntimamente ligada a la relación hoja:tallo que presenta el material ofrecido a los animales (Brizuela *et al.* 2008) y que va a definir en gran parte el aprovechamiento que se puede lograr del material disponible; al mismo tiempo, dicha variable puede ayudar a identificar la edad de cosecha óptima en la cual el material obtenido presente las más aptas características físicas y químicas para la producción.

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de la edad de rebrote en el valor nutricional de *P. purpureum* cv. king grass.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental de Ganado Lechero Alfredo Volio Mata, de la Universidad de Costa Rica, ubicada en Ochomogo de Cartago a 1.542 msnm. La precipitación media anual es de 2.050 mm, concentrada en la época lluviosa (mayo a noviembre). La humedad relativa media es de 84 % y la temperatura promedio anual de 19,3 °C. El suelo es de origen volcánico, clasificado como *Typic distrandepts* caracterizado por poseer buen drenaje y fertilidad media. El ecosistema es catalogado como bosque húmedo montano bajo (Vásquez 1982).

Materiales experimentales

El experimento se inició en el mes de julio de 2007 con cortes escalonados del material experimental en un área aproximada de 1.800 m² dividida equitativamente en nueve parcelas, para obtener materiales

de edades de 60, 75 y 90 días. Después del corte se realizó una aplicación de herbicida a base de ión Paraquat (ASF 378) en una dosis de 2,5 l/ha (Márquez *et al.* 2007). Pasados 30 días de uniformización se aplicó una dosis de 115,5 kg/ha de nitrógeno (Araya y Boschini 2005).

Manejo experimental

El diseño experimental fue bloques al azar (Steel y Torrie 1980) con tres repeticiones. Las edades de cosecha 60, 75 y 90 días correspondieron a los tres tratamientos. Cada uno fue repetido tres veces en tres épocas de cosecha que fueron la primera y segunda quincena de octubre, y la primera quincena de noviembre. De cada repetición se tomaron muestras de planta entera, y de hojas y tallos por separado.

Las muestras fueron picadas con una ensiladora de la marca JF Máquinas Agrícolas®, dando al material un tamaño de alrededor de 2,5 cm de largo. El material picado fue pesado en fresco y secado a peso constante en una estufa a 60 °C. Cada muestra seca se dividió en dos porciones similares. La primera se molió y tamizó a 1 mm en un molino Wiley para los análisis de laboratorio correspondientes, y la segunda se molió y tamizó a 2 mm para las pruebas de digestibilidad *in vitro* y de degradabilidad ruminal.

Análisis de laboratorio

A cada muestra se le determinó el contenido de materia seca (MS) y cenizas (Sosa de Pro 1979), extracto etéreo (EE; AOAC 2000), proteína cruda (PC; Sosa de Pro 1979), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) y lignina (Goering y Van Soest 1970). La celulosa y hemicelulosa se obtuvieron por diferencia (Sosa de Pro 1979).

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se determinó sometiendo las muestras a una fermentación anaeróbica durante 48 horas con líquido ruminal extraído de un animal fistulado ruminalmente perteneciente a la raza Jersey. Posteriormente se sometió el residuo a un proceso digestivo con pepsina empleando el método descrito por de Van Soest (1982).

Degradabilidad ruminal

Para determinar la digestibilidad *in situ* se utilizó un animal adulto de la raza Jersey fistulado ruminalmente,

al cual se le colocaron bolsas de nylon con un poro de 40 μm conteniendo alrededor de 3,0 g de material secado a 60 °C. Las muestras fueron incubadas a seis tiempos: 2, 6, 12, 24, 48 y 60 horas (Vargas 2005). La desaparición a cero horas de incubación se evaluó por inmersión de las bolsas en agua a 40 °C por una hora (La desaparición a cero horas de incubación se determinó por lavado de un grupo de muestras blanco con agua corriente hasta clarificar) (Vergara y Araujo 2006).

Para asegurar un rápido contacto con los componentes ruminales, las muestras se remojaron en agua antes de su introducción al rumen del animal fistulado, con el fin de acelerar la acción de los microorganismos presentes en el rumen sobre las muestras de forraje (Vargas 2005).

Posterior a la incubación de las muestras, éstas fueron removidas del rumen al mismo tiempo e inmediatamente lavadas con abundante agua fría hasta lograr claridad de la misma. A continuación, fueron secadas en un horno a una temperatura de 60 °C por alrededor de 12 horas y luego por dos horas a una temperatura de 105 °C. Finalmente se determinó el porcentaje de degradabilidad ruminal del material al obtener la cantidad de materia desaparecida en cada una de las muestras por diferencia de peso con respecto a la masa inicial y final de las mismas (Vargas 2005).

Los datos de degradabilidad fueron ajustados a la siguiente ecuación exponencial (Boschini y Elizondo 2005, Jiménez 1995, Petit *et al.* 1994):

$$Y = a + b (1 - e^{-ct})$$

Donde:

Y = degradación del material después de t horas, %

a = fracción soluble, %

b = fracción degradable, %

e = base de los logaritmos neperianos

c = tasa de degradación por hora

t = tiempo de incubación ruminal en horas

Análisis estadístico

Los datos de composición química de las muestras se analizaron con el Proc GLM del paquete estadístico SAS (SAS 1985). Las diferencias entre las medias fueron analizadas con la prueba de Duncan integrada en dicho paquete.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos de composición nutricional del pasto *P. purpureum* cv. king grass en las tres edades de corte se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición nutricional del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass a tres edades de corte. Cartago, Costa Rica. 2008.

Componente *	Edad de corte		
	60 días	75 días	90 días
MS, %	13,03 d ***	13,79 de	14,43 e
PC, %	9,56 a	8,70 b	8,42 b
EE, %	1,41	1,37	1,29
Cenizas, %	14,47 d	13,86 de	13,61 e
FND, %	73,78 a	75,48 b	76,91 c
FAD, %	46,53 a	49,77 b	51,83 c
Celulosa, %	34,38 a	36,47 b	38,28 b
Hemicelulosa, %	27,25 d	26,23 de	24,71 e
Lignina, %	12,15	13,30	13,59
Relación H:T **	1,34	1,33	1,31

* MS= Materia Seca, PC= Proteína Cruda, EE= Extracto Etéreo, FND= Fibra Neutro Detergente, FAD= Fibra Ácido Detergente.

** Relación H:T= Relación Hoja: Tallo.

*** Valores con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

La calidad nutricional del king grass varió de forma inversa a la edad de cosecha; sin embargo el contenido de MS aumentó al incrementarse la edad del forraje, lo que se respalda con las afirmaciones de Mares (1983) y de Crowder y Chheda (1982). Esto se refleja en el aumento de los componentes de la pared celular (FND y FAD) y reducción de los contenidos celulares (PC y EE); no obstante, algunas variables no mostraron diferencias ($p > 0,05$) entre edades a la cosecha.

La MS y la PC mostraron diferencias ($p < 0,05$) entre el pasto de 60 y 90 días de crecimiento, mientras que el comportamiento de la fracción fibrosa muestra variaciones importantes en las tres edades, esto último coincide con Ramírez *et al.* (2008) quienes reportaron diferencias ($p < 0,05$) entre los contenidos de MS, PC y Fibra Cruda (FC) para el pasto *P. Cuba CT-169* cosechado

a edades de 60, 75 y 90 días de rebrote. También Rodríguez *et al.* (1983) informaron disminución en la calidad del material al aumentar el intervalo de corte de los cultivares Napier y Taiwán A-146, ambas variedades de la especie *P. purpureum* Schum.

El contenido proteico varió de forma inversa con respecto a los cambios que se dieron en la MS, lo que coincide con investigaciones anteriores (Juárez y Bolaños 2007). No obstante, a pesar de que Márquez *et al.* (2007) indican que se produce una disminución lineal de 0,18 % de proteína por cada día adicional de crecimiento, en este trabajo la tendencia fue de tipo cuadrática:

$$\% \text{ PC} = 18,76 - 0,230x + 0,001x^2$$

donde x es la edad del cultivo en días.

La disminución en la proteína al aumentar la edad del pasto se puede atribuir a una reducción de la actividad metabólica de la planta de manera que conforme se cosecha el forraje a una edad mayor, la síntesis de compuestos proteicos en la planta es menor, haciendo que los valores de PC bajen (Ramírez *et al.* 2008).

Los valores de PC alcanzados; 9,56, 8,70 y 8,42 % para 60, 75 y 90 días son levemente mejores que los presentados para el *P. purpureum* CT-115 el cual dio origen a la variedad CT-169, para el que Ramírez *et al.* (2003; citados por Ramírez *et al.* 2008) reportan valores de 8,83 % en la época lluviosa y 7,92 % en la seca.

Los valores de FDN (73,78, 75,48 y 76,91 %) y FAD (46,53, 49,77 y 51,83 %) aumentaron con la edad del forraje (60, 75 y 90 días); la causa de tal situación puede ser el aumento en la proporción de tallos con respecto a la cantidad de hojas que se observa cuando avanza la madurez del forraje (Ramírez *et al.* 2008). Para corroborar ésto, se determinó la relación hoja: tallo del pasto muestreado, que en promedio fue 1,34 para el material de 60 días, 1,33 en el forraje de 75 días de rebrote y 1,31 para las muestras cosechadas a los 90 días, encontrándose únicamente una diferencia entre los primeros dos tratamientos y el último ($p < 0,05$).

A la edad de 75 días tanto la FDN como FAD resultaron mayores que a los 60 días ($p < 0,01$), su relación hoja:tallo fue menor aunque no fue significativa ($p > 0,05$); a partir de ésto es posible deducir que a pesar de haber un incremento en la edad, el material aún presenta fibra muy digestible debido a que ésta proviene en su mayoría de las hojas y que el

proceso de lignificación aún no es muy marcado, dado que la reducción en la hemicelulosa y el aumento en el contenido de lignina en esas edades no mostraron diferencias relevantes ($p > 0,05$).

A los 90 días al ser la disminución en la relación hoja:tallo de mayor importancia, los efectos de la madurez son notables al analizar la fracción fibrosa; la FDN aumentó un 4,3 % mientras que la FAD, la celulosa y la lignina aumentaron 11 % al pasar de 60 a 90 días de edad y la hemicelulosa disminuyó un 10 %. Con ésto, se cumple lo que afirman Ibarra y León (2001) quienes indican que al aumentar la edad de rebrote la relación hoja: tallo disminuye, posiblemente debido al efecto de factores como la madurez de la planta, la temperatura, la humedad relativa y el manejo del material.

En el Cuadro 2 se observan las características bromatológicas de hojas y tallos del king grass a diferentes edades de corta. Se aprecia como de los componentes estudiados solamente la hemicelulosa no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambas estructuras en las edades establecidas.

Las hojas contienen en promedio 27 % más MS que los tallos, lo que coincide con lo expuesto por Elizondo y Boschini (2002), quienes al evaluar la producción de forraje de maíz criollo e híbrido mencionan que la concentración de MS mostrada por hojas y chilotos es mayor que la MS de los tallos.

A medida que avanzó la edad del material y se redujo la relación hoja:tallo, la MS en ambos componentes sufrió un incremento, pero el valor nutricional comenzó a decrecer más drásticamente en las hojas que en los tallos, posiblemente porque el efecto de senescencia afectó más a las hojas debido a que su cubierta es más sensible y la pérdida de agua se acelera, mientras que los tallos sufren un endurecimiento (lignificado) en la cubierta exterior que les permite retener un poco más su humedad.

Las hojas de los materiales de 60 días de edad contenían 50 % más de PC que en el tallo; sin embargo, al pasar a 90 días de edad esa diferencia entre hojas y tallos se redujo en un 13 %.

En investigaciones realizadas sobre el pasto CT-115 en Cuba se encontraron valores de PC de 14,25 % en las hojas y 7,06 % en los tallos (Valenciaga *et al.* 2001, citados por Ramírez *et al.* 2008), mientras que Araya y Boschini (2005) obtuvieron 13,18 % en hojas y 6,67 % en tallos, valores que superan los datos reportados en el Cuadro 2. Lo anterior se puede atribuir a factores de manejo del material y aspectos ambientales.

Cuadro 2. Composición nutricional de hojas y tallos del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass en tres edades de rebrote, Cartago, Costa Rica. 2008.

Componente *	60		75		90	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
MS, %	15,47 a**	11,42 b	16,66 a	12,05 b	17,45 a	12,64 b
PC, %	7,64 a	3,76 b	7,08 a	3,10 b	7,52 a	3,29 b
EE, %	2,13 a	0,78 b	1,82 a	0,88 b	2,02 a	0,89 b
Cenizas, %	15,76 a	12,76 b	16,09 a	11,94 b	16,76 a	10,86 b
FND, %	72,9 a	76,62 b	74,30 a	80,86 b	73,18 a	80,97 b
FAD, %	44,08 a	49,77 b	46,51 a	54,64 b	46,86 a	56,74 b
Celulosa, %	32,73 a	36,23 b	36,76 a	38,51 b	35,94 a	41,74 b
Hemicelulosa, %	28,83	26,85	27,79	26,21	24,86	24,23
Lignina, %	11,35 a	13,54 a	9,75 a	16,13 b	10,92 a	14,97 b

* Relación Hoja:Tallo.

MS= Materia Seca, PC= Proteína Cruda, EE= Extracto Etéreo, FND= Fibra Neutro Detergente y FAD= Fibra Ácido Detergente.

** Letras diferentes entre filas muestran diferencias significativas entre fracciones ($p < 0,05$).

Con base a los datos de EE, se puede deducir que la mayor concentración energética de los materiales experimentales se dio en las hojas, cuyo aporte duplica las concentraciones de los tallos, esto dejando de lado el aporte que pueden hacer los carbohidratos estructurales, los cuales se encontraron en mayor cantidad en el tallo, como lo indica el análisis de la fracción fibrosa a excepción de la hemicelulosa (Cuadro 2).

Adicionalmente, se observó una disminución progresiva de la calidad nutricional del pasto conforme avanza el año; dichos resultados se muestran en el Cuadro 3.

La disminución observada en la calidad nutricional del pasto al avanzar el año puede deberse a que ciertos procesos ontogénicos del desarrollo (por ejemplo la floración) afectan de manera significativa la composición química y la digestibilidad de los forrajes (Mares 1983); para el pasto *P. purpureum* la época de floración se da principalmente en los meses de octubre a diciembre (Rodríguez *et al.* 1983), donde el proceso reproductivo se ve influido por el fotoperiodo.

Aunque la floración en la especie de pasto analizada es característica de la época en que se llevó a cabo el periodo experimental, durante la cosecha del forraje nunca se observó la presencia de inflorescencias en el material muestreado; no obstante, éste es sólo uno de

Cuadro 3. Composición nutricional del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass con base en el momento de cosecha. Cartago, Costa Rica. 2008.

Componente *	Momento de cosecha		
	Primera quincena de octubre	Segunda quincena de octubre	Primera quincena de noviembre
% MS	12,53 a **	13,73 b	14,98 c
% PC	10,24 a	9,20 b	7,24 c
% EE	1,53 a	1,29 b	1,26 b
% Cenizas	15,72 a	13,84 b	12,38 c
% FND	72,54 a	75,77 b	77,86 c
% FAD	48,60 a	48,75 a	50,78 b
% Celulosa	35,99	35,66	37,44
% Hemicelulosa	24,45 d	27,02 e	26,72 e
% Lignina	12,60	13,09	13,34

* Relación Hoja:Tallo.

MS= Materia Seca, PC= Proteína Cruda, EE= Extracto Etéreo, FND= Fibra Neutro Detergente y FAD= Fibra Ácido Detergente.

** Valores en una misma fila con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

los puntos culminantes del proceso reproductivo vegetal, y la ausencia de esa estructura no necesariamente indica que fisiológicamente la planta ya hubiese iniciado el proceso de movilización de nutrientes y contenidos celulares característico de la etapa reproductiva, lo cual llevaría a una disminución de la calidad nutricional que podría explicar la reducción progresiva observada en las distintas repeticiones realizadas.

Los análisis presentados anteriormente indican que la calidad nutricional del *P. purpureum* cv. king grass se ve afectada significativamente por la edad de corte, ya que al aumentar ésta disminuye la calidad. El origen del material también influye sobre el valor nutricional del forraje, siendo el material proveniente de las hojas de mejor calidad que el obtenido de los tallos; por la época del año en que el forraje es cosechado, de manera que se genera una disminución de la calidad del mismo conforme varía la duración de horas luz; y por ciertas interacciones específicas entre estos tres factores, lo cual puede generar grandes variaciones en los contenidos nutricionales del forraje.

El promedio de DIVMS de la planta entera fue 55,52 %. Se analizó el efecto producido por el tratamiento (60, 75 y 90 días de crecimiento) y la repetición (época de cosecha) encontrando que existen efectos significativos ($p < 0,01$) para ambos factores; además la interacción entre ambos factores es estadísticamente determinante del porcentaje de DIVMS ($p < 0,05$).

Los resultados en los Cuadros 4 y 5 son consistentes con lo encontrado en los demás análisis bromatológicos realizados al forraje ya que aunque las diferencias no son significativas ($p > 0,05$), muestran una mayor DIVMS (y por lo tanto una mayor calidad nutricional) en materiales de menores edades de crecimiento, lo mismo que una disminución de la digestibilidad de los materiales conforme avanza la época del año.

Espinoza *et al.* (1992) encontraron en sorgo negro forrajero, valores de DIVMS de 39,27 % a 53,85 %; siendo estos valores reportados menores a los encontrados para el king grass analizado en este estudio, posiblemente por la mayor proporción de tallos presentes en el sorgo. Por otra parte, Dall'Agnol *et al.* (2004) reportaron porcentajes de DIVMS superiores al 60 % en pasto elefante cultivado en una zona de clima frío en Brasil, los cuales son mayores a los encontrados; pero esto según los autores, se debe a que en el clima frío se da un menor crecimiento del pasto y por consiguiente un envejecimiento más lento de la planta, la cual mantiene su calidad nutricional por más

Cuadro 4. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass de acuerdo con la edad de corte. Cartago, Costa Rica. 2008.

Tratamiento	DIVMS *
60 días	58,65 % a
75 días	55,91 % a
90 días	51,99 % b

* Valores con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 5. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass de acuerdo con el momento de cosecha. Cartago, Costa Rica. 2008.

Momento de cosecha	DIVMS *
Primera quincena de octubre	58,29 % a
Segunda quincena de octubre	55,83 % a
Primera quincena de noviembre	52,43 % b

* Valores con letras diferentes presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

tiempo; contrario a lo mencionado por Arias y Gamarra (1997), quienes aseveran que los pastos tropicales reducen su crecimiento y su calidad nutricional cuando las temperaturas promedio son bajas.

Digestibilidades entre 60,30 % a 75 días de crecimiento y 69,53 % a 45 días, son reportadas por Ibarra y León (2001) para las variedades Taiwán 801-4 y Taiwán 144, las cuales son mayores a las presentadas en el Cuadro 5. Además, aseguran que dicha variable es afectada por la precipitación, la evaporación y la humedad relativa, siendo posible que la alta precipitación presentada durante el desarrollo del proyecto afectara los valores de digestibilidad observados.

En el análisis de la degradabilidad ruminal, los valores de la fracción soluble, la tasa de degradación por hora, la fracción potencialmente degradable y del porcentaje de degradación luego de 48 horas de incubación se muestran en los Cuadros 6 y 7. En la Figura 1, se observa la curva de degradación del forraje para las tres edades analizadas y en la Figura 2 las curvas de degradación del material analizado en los tres diferentes momentos de cosecha.

Cuadro 6. Fracción soluble, degradable, tasa de degradación por hora, fracción potencialmente degradable y porcentaje de degradabilidad luego de 48 horas de incubación del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass a tres edades de corte. Cartago, Costa Rica. 2008.

Edad de crecimiento	Fracción soluble (%)	Fracción degradable (%)	Tasa de degradación/hora	Fracción potencialmente degradable (%)	% degradado luego de 48 horas
60 días	25,86	63,15	0,049239	89,01	79,24
75 días	24,34	63,50	0,086941	87,84	67,85
90 días	25,09	47,48	0,037751	72,57	64,11

Cuadro 7. Fracción soluble, degradable, tasa de degradación por hora, fracción potencialmente degradable y porcentaje de degradabilidad luego de 48 horas de incubación del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass a tres diferentes momentos de cosecha. Cartago, Costa Rica. 2008.

Momento de cosecha	Fracción soluble (%)	Fracción degradable (%)	% de degradación/hora	Fracción potencialmente degradable (%)	% degradado luego de 48 horas
Primera quincena de octubre	26,29	50,19	0,056799	76,47	72,90
Segunda quincena de octubre	24,24	62,63	0,050498	86,87	73,68
Primera quincena de noviembre	24,21	60,39	0,075333	84,60	64,61

En el Cuadro 6 y la Figura 1 se muestran las diferencias entre la degradabilidad del forraje a las tres edades analizadas, se observa cómo la calidad disminuye conforme aumenta la edad a la que es cosechado el forraje siendo más aprovechable el de sólo 60 días de crecimiento, conclusión que coincide con lo determinado en las pruebas de DIVMS, aunque los resultados obtenidos en las pruebas de degradabilidad ruminal son mayores a la DIVMS para este forraje.

En el Cuadro 7 y la Figura 2, se observa también como la degradabilidad ruminal a 60 horas disminuye conforme se avanza en el año y las condiciones se acercan más la duración del día a la requerida por el king grass para iniciar sus procesos reproductivos, estas observaciones concuerdan con el resto de pruebas de laboratorio realizadas al forraje donde se determinó una disminución de la calidad nutricional del *P. purpureum* entre repeticiones.

En un análisis de degradabilidad ruminal de pasto Maralfalfa (*P. sp.*) Correa (2006), promedios de fracción soluble de 28,1 % y de fracción potencialmente degradable de 54,6 %, no difieren en gran medida de

los encontrados para el king grass de 60 y 75 días. El mismo autor encontró para dicho pasto, resultados similares a los mostrados en el Cuadro 7 y la Figura 1 al determinar que conforme aumenta la edad de corte del pasto, la degradabilidad disminuye.

Los datos presentados en los Cuadros 7 y 8, y en las Figuras 1 y 2 determinan valores de degradabilidad a las 48 horas mayores a los mostrados en los Cuadros 5 y 6 para la DIVMS.

También debe tomarse en cuenta que las muestras de degradabilidad están expuestas a condiciones más parecidas a las que se exponen los materiales que consume habitualmente un animal, al permanecer éstas dentro del rumen del animal durante el tiempo de incubación, causa que va a generar cierta diferencia entre ambas estimaciones.

Según Rosthoj y Branda (2001), se recomienda el corte del pasto *P. purpureum* cv. elefante idealmente a una edad promedio de 105 días (90-120 días), aunque ellos consideran mejor una edad de corte de 90 días con el fin de aprovechar al máximo el contenido nutricional del forraje, gracias a una digestibilidad del

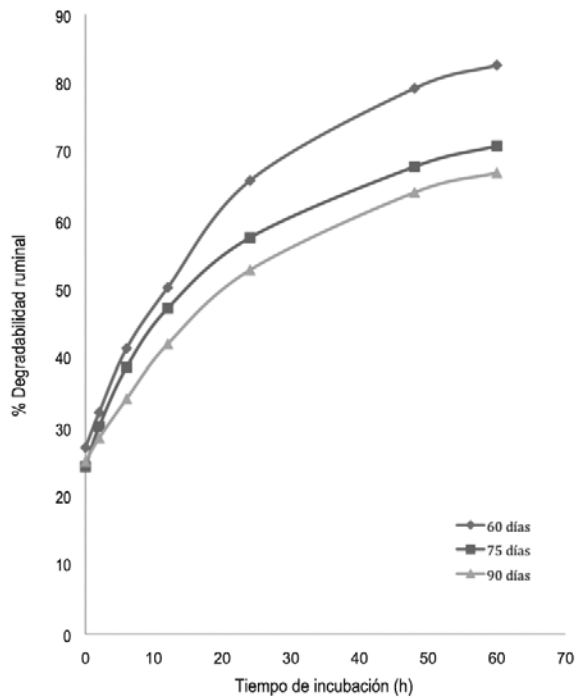


Figura 1. Degradación ruminal del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass a tres diferentes edades de corte. Cartago, Costa Rica. 2008.

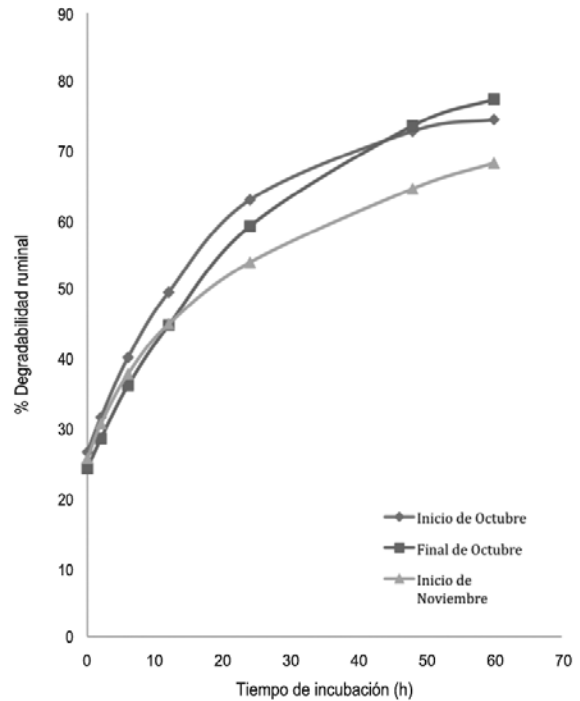


Figura 2. Degradación ruminal del pasto *Pennisetum purpureum* cv. king grass a tres diferentes momentos de cosecha. Cartago, Costa Rica. 2008.

pasto mayor, lo cual resulta relativamente diferente a lo encontrado a través del análisis de las muestras de alimento colectadas, donde desde el punto de vista de la calidad nutricional el mejor momento para la edad de corte del pienso estudiado, corresponde a una edad entre 60 y 75 días de crecimiento, ya que ésta presenta el mejor perfil nutricional de todas las analizadas.

Lo anterior coincide con Carneiro *et al.* (2005, citados por Márquez *et al.* 2007) ya que la calidad nutricional del pasto decreció conforme aumenta el intervalo de corte, y a los 90 días ya los porcentajes de proteína son menores al 7% que recomienda Minson (1982) para satisfacer las demandas normales de las funciones del rumen de vacas lecheras.

CONCLUSIONES

Cuando la edad de cosecha del king grass aumentó, afectó de forma significativa la MS, la FND, la FAD y la celulosa, aumentando los porcentajes de

dichos componentes; mientras que la PC, las cenizas y la hemicelulosa se redujeron.

La edad de corte óptima para la cosecha de la forrajera estudiada es de 60 días; no obstante, se puede dar un manejo del material para obtener un poco más de MS cosechando a 75 días de edad, a partir de ahí la calidad nutricional decreció.

La proporción de hojas presentes en la planta determina también los porcentajes de MS, PC, EE, cenizas, FAD, celulosa y lignina, aumentan su concentración en la planta al incrementarse la cantidad de hoja; mientras que la cantidad de FND se disminuye.

Al tener las hojas mayor calidad que los tallos, los materiales con una mayor proporción de hoja (relación hoja:tallo mayor) tienen mejores valores nutricionales.

La reducción de la edad de rebrote aumentó la relación hoja: tallo y por lo tanto la calidad nutricional del forraje recolectado.

La edad y la época de cosecha son factores que interaccionan afectando el contenido de PC, EE, FND, FAD y las cenizas del king grass; mientras que

interacciones presentadas entre la edad a la que es cosechado el material y la proporción de hojas en la planta entera afectaron el porcentaje de cenizas.

LITERATURA CITADA

- Araya, M; Boschini, C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 16(1):37-43.
- Arias, J; Gamarra, J. 1997. Estudio del comportamiento productivo y utilización del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum*) pastoreado por alpacas (*Lamas pacos*). Consultado: 5 enero 2009. Disponible en: http://tumi.lamolina.edu.pe/resumen/anales/2001_166.pdf
- Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). 2000. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists. 17 ed. Gaithersburg. United States of America. Consultado el: 5 de enero del 2009. Disponible en: <http://www.eoma.aoac.org/>
- Boschini, C; Elizondo J. 2005. Caracterización energética y proteica de materias primas de origen animal, empleadas en la formulación de alimentos balanceados para vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana* 16(2):191-198.
- Brizuela, E; Ferrando, C; Blanco, L. 2008. Distribución vertical de hojas y de la relación hoja-tallo en *Trichloris crinita* diferida. Consultado: 5 enero 2009. Disponible en: <http://www.aapa.org.ar/congresos/2005/PpPdf/PP74.pdf>
- Correa, H. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research Development* 18(6):1-6.
- Crowder, L; Chheda, H. 1982. Tropical grassland husbandry. Longman Group Limited. New York. United States of America. 582 p.
- Dall'Agnol, M; Scheffer S; Nascimento J. Do, Silveira, C; Fischer, R. 2004. Produção de forragem de capim-elefante sob clima frio. Curva de crescimento e valor nutritivo. *Brasileña de Zootecnia* 33(5):1110-1117
- Elizondo, J; Boschini, C. 2002. Producción de forraje con maíz criollo y maíz híbrido. *Agronomía Mesoamericana* 13(1):13-17.
- Espinoza, F; Argenti, P; Gil, J; Perdomo, E; León, L. 1992. Rendimiento y calidad nutritiva de cuatro híbridos y una variedad de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* Pers.) bajo riego complementario. *Zootecnia Tropical* 10(2):171-188.
- Goering, HK; Van Soest, PJ. 1970. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents procedures and some applications) *Agricultural Handbook*. No. 379. ARS-US-DA, Washington, D.C. United States of America. 76 p.
- Ibarra, G; León, J. 2001. Comportamiento bajo corte de dos variedades de *Pennisetum purpureum*: Taiwán 801-4 y Taiwán 144 en condiciones de secano. *Producción Animal* 13(1):31-34.
- Jiménez, CC. 1995. Degradabilidad ruminal del sorgo negro forrajero (*Sorghum almum*). Tesis Magíster Scientiae. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 61 p.
- Juárez, J; Bolaños, E. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia* 23(1):81-90.
- Luginbuhl, J; Poore, M. 2005. Nutrition of meat goats. (en línea). Consultado: 5 enero 2009. Disponible en: http://www.cals.ncsu.edu/an_sci/extension/animal/meatgoat/MGNutr.htm
- Mares, V. 1983. Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico: compilación de documentos presentados en actividades de capacitación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Departamento de Producción Animal. Turrialba. Costa Rica. Vol. 3. 300 p.
- Márquez, F; Sánchez, J; Urbano, D; Dávila, C. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína. *Zootecnia Tropical* 25(4):253-259.
- Meléndez, J; Ibarra, G; Iglesias, O. 2000. *Pennisetum purpureum* cv. CRA – 265 en Condiciones de secano. Parámetros agronómicos y valor nutritivo. *Producción Animal* 12:17-20.
- Minson, D. 1982. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Haker Farnham Royal. ed. Nutritional limits to animal production from pastures. Commonwealth Agricultural Bureaux. Reino Unido. 167 p.
- Petit, H; Savoie, P; Tremblay, D; Dos Santos, G; Butler, G. 1994. Intake, Digestibility and Ruminal Degradability of Shredded Hay. *Journal of Dairy Science* 77:3043-3050.
- Ramírez, J; Verdecia, D; Leonard, I. 2008. Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum* Cuba CT 169 en un suelo pluvisol. *Revista Electrónica de Veterinaria* 9(5). Consultado: 20 junio 2008. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050508/050806.pdf>
- Rodríguez, S; Moreno, J; León, L; Perdomo, E. 1983. Comparación de dos cultivares de elefante bajo el efecto de frecuencia de fertilización. *Zootecnia Tropical* 1 (1):99-110.

- Rosthoj, S; Branda, L. 2001. Determinación de los nutrientes digestibles totales en ovinos a partir del *Pennisetum purpureum* y variedades. *Ciencia y Tecnología* 1(3):83-90.
- SAS. 1985. Statistical Analysis System. SAS User's Guide; Statistics. 5 ed. SAS Institute Inc. Cary, NC. Estados Unidos de América. 373 p.
- Sosa de Pro, E. 1979. Manual de procedimientos analíticos para alimentos de consumo animal. Chapingo, México. 115 p.
- Steel, R; Torrie, J. 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. USA. Second Edition. Ed. McGraw-Hill. 633 p.
- Van Soest, P. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers. O & B books. Inc. USA. 374 p.
- Vargas, C. 2005. Valoración nutricional y degradabilidad ruminal de genotipos de sorgo negro forrajero (*Sorghum* sp). *Agronomía Mesoamericana* 16(2):217-225.
- Vásquez, A. 1982. Estudio detallado de los suelos de la Estación Experimental de Ganado Lechero El Alto. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 0Costa Rica. 36 p.
- Vergara, J; Araujo, O. 2006. Producción, composición química y degradabilidad ruminal *in situ* de *Brachiaria humidicola* (RENDLE) Schweick en el Bosque Seco Tropical. Maracaibo. Venezuela. FCVLUZ (Maracaibo) 16(3):239-248.