

Producción de forraje y calidad nutricional del pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*-Forssk-Stapf) para la producción de heno en La Dorada (Caldas)

Roberto Angulo-Arroyave* y Ricardo Rosero-Noguera**

* Grupo de Investigación en Recursos Naturales, Biotecnología y Bioprospección (RENABBIO), Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Regional Caldas, Centro Pecuario y Agroempresarial La Dorada (Caldas), Colombia

** Grupo de Investigación en Ciencias Animales (GRICA), Universidad de Antioquia, Facultad de Ciencias Agrarias, Medellín, Colombia

ranguoloa@misena.edu.co

RESUMEN

El trabajo se realizó en la Hacienda Rancho Claro en el municipio de La Dorada (Caldas). El objetivo fue conocer el efecto de la edad de corte sobre la producción de forraje y la calidad nutricional del pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*) utilizado para la producción de heno. Fue seleccionado un potrero previamente establecido, se delimitaron 21 parcelas de 100 m² y se asignó al azar las edades de corte (40; 50; 60; 70; 80; 90 y 100 días). Los tratamientos se organizaron en un diseño completamente al azar con tres repeticiones y se analizó el efecto de la edad sobre la producción y la calidad mediante análisis de varianza y prueba de Tukey. Se realizó análisis de regresión y prueba de Pearson para conocer la correlación. Se observó que la producción de forraje varía entre 5,8 y 23,6 t ha⁻¹ de MF. El mayor valor de proteína se encontró a los 40 días (7,9 %) y presenta valores superiores al 5 % hasta los 70 días. El por ciento de materia seca (MS) y de fibra detergente neutra (FDN) aumentaron con la edad y los mayores contenidos se reportan después de los 80 días. Los valores de energía bruta (EB) fueron similares en todas las edades. La calidad disminuyó con la edad, pero la producción de forraje aumentó. Se estableció que se puede conocer la producción y la calidad de forraje en cualquier edad si se conocen valores de altura y producción de forraje por m² en edades iniciales de crecimiento.

Palabras clave: *composición química, crecimiento, edad de corte, pasto*

Forage Production and Nutritional Quality of Marvel Grass (*Dichanthium annulatum*-Forssk-Stapf) for Hay Production in La Dorada (Caldas)

ABSTRACT

This study was made on the Rancho Claro Farm, municipality of Doradas (Caldas). The aim was to determine the effects of cutting age on forage production and the nutritional quality of marvel grass (*Dichanthium annulatum*) for hay production. The study was made in previously chosen grassland; 21 100 m² plots were included, and the cutting ages were set at random (40; 50; 60; 70; 80; 90, and 100 days). The treatments were arranged in a completely randomized design with three replications, the age effect on production and quality was analyzed through variance analysis and the Tukey's test. Regression analysis and the Pearson test were made to determine correlation. Forage production was observed to vary between 5.8 and 23.6 t ha⁻¹ of FM. The highest protein value was observed on the 40th day (7.9 %), with values above 5 % on the 70th day. The dry matter (DM) percent and neutral detergent fiber (NDF) increased with age; the highest contents were observed after 80 days. The crude energy (CE) values were similar in all the ages. Quality decreased as age advanced, but forage production increased. It was concluded that forage production and quality can be determined at any age, provided the height and forage production per m² are known at initial growth stages.

Key words: *chemical composition, growth, cutting age, pasture*

INTRODUCCIÓN

La conservación de forrajes se ha convertido en una alternativa importante para la suplementación de rumiantes en diferentes épocas del año donde la disponibilidad de alimento disminuye por factores ambientales, en estados fisiológicos donde el requerimiento de fibra aumenta, principalmente en vacas de alta producción de leche, mejorando así la salud ruminal (Kendall *et al.*, 2008; Zebeli *et al.*, 2012). Dentro

Producción de forraje y calidad nutricional del pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*-Forssk-Stapf) para la producción de heno en La Dorada (Caldas)

de este contexto, la cosecha de forraje para la conservación en forma de heno se ha convertido en una estrategia importante para la producción de fuentes alimenticias con niveles altos de fibra y en una práctica que complementa los arreglos productivos en muchos sistemas ganaderos del país, forjando así explotaciones más competitivas.

El pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*-Forssk-Stapf) es una especie forrajera originaria de África Oriental y la India, y ha sido uno de los principales recursos forrajeros utilizados para la producción de heno en el Magdalena Medio Colombiano, debido a que es una gramínea perenne, de crecimiento erecto o semierecto, cobertura de media a alta y de alta producción de forraje (Lara-Mantilla, Oviedo-Zumauqué y Betancur-Hurtado, 2010). Adicionalmente, es un pasto que se adapta muy bien a las condiciones climáticas y edafológicas de la zona (Estrada, 2002).

Varios estudios han demostrado que la calidad nutricional de los forrajes disminuye con la madurez de la planta, pero igualmente a medida que esta crece, la producción de materia seca aumenta y, por ende, también la productividad de la pastura por unidad de área (Van Soest, 1994; Davis *et al.*, 2001; Roncallo, Sierra y Castro, 2012). En condiciones normales, la cosecha del angleton para la producción de heno se realiza entre los 90 y 120 días dependiendo del manejo, plan de fertilización y condiciones ambientales, pues se deben sincronizar la época seca y la altura ideal para que la máquina lo pueda cortar correctamente, afectando este factor la calidad nutricional del forraje conservado (Tallowin y Jefferson, 1999).

Por tal razón, el objetivo de este trabajo fue determinar la producción de forraje y la calidad nutricional del pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*-Forssk-Stapf) cosechado a diferentes edades. De esta forma pretendemos conocer el estadio más óptimo de corte en condiciones normales desde el punto de vista productivo y nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El trabajo de campo se realizó en la Hacienda Rancho Claro, ubicada en el municipio de La Dorada (Caldas) en la región del Magdalena Medio Colombiano a 190 m s.n.m, caracterizada por presentar precipitación promedio anual de 1 900 mm distribuidos entre los meses de marzo-junio y septiembre-diciembre, con 85 % de humedad relativa y 28 °C de temperatura promedio anual, clasificada como zona ecológica de Bosque Seco Tropical (bsT) (Holdridge, 1987).

Diseño experimental

Se seleccionó un potrero previamente establecido con pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*-Forssk-Stapf) con un área de 11 000 m², en el cual se delimitaron 21 parcelas de 100 m² con divisiones de 1 m entre cada parcela, a las cuales se les asignó al azar cada una de las edades de corte evaluadas (40; 50; 60; 70; 80; 90 y 100 días) con tres repeticiones, respectivamente. El área de estudio se aisló del resto del potrero por medio de una cerca eléctrica y una vez demarcadas se realizó un corte de empajamiento a 10 cm del suelo. De esta manera los tratamientos se organizaron en un diseño completamente al azar con tres repeticiones para evaluar siete edades de corte.

Toma de la muestra

Una vez cumplida la edad de corte, se realizaron cuatro muestreos al azar en cada parcela. Se utilizaron marcos de 0,25 m², los cuales se lanzaron por transecto en cada parcela. Para conocer el comportamiento en el crecimiento (CTO) de la planta se determinó su altura (cm) desde la base del tallo hasta el último ápice meristemático, la producción de forraje verde (PFV) en t ha⁻¹ MF y la producción de pacas (PPC) en unidades/ ha⁻¹, asumiendo un peso de 12 kg, con un desperdicio de 5 % por procesos de transformación y 13 % de humedad (Suttie, 2003). Se cortó el pasto a 5 cm del suelo; se pesó en campo con una báscula de reloj y se empacó en bolsas plásticas herméticas, las cuales se congelaron y se transportaron al laboratorio integrado de nutrición animal, bioquímica y de pastos y forrajes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Antioquia. Luego, fue colocado un kilo de forraje en una estufa de ventilación forzada a 60 °C de temperatura, durante 48 h y se pesó nuevamente para determinar el contenido de materia seca (MS). Las muestras fueron almacenadas en frascos de vidrio rotulados para ser utilizadas en los análisis químicos.

Se realizó un análisis químico de la proteína cruda (PC) por el método de micro Kjeldahl (AOAC, 2012) y la energía bruta (EB) se determinó a través del empleo de una bomba calorimétrica. El contenido de fibra detergente neutra (FDN) se realizó de acuerdo a la técnica propuesta por Van Soest (1994).

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio, balanceado de efecto fijo y tres repeticiones por tratamiento. Los tratamientos consistieron en las edades de corte 40; 50; 60; 70; 80; 90 y 100 días.

Se analizó el efecto de la edad de corte en los parámetros de producción y calidad nutricional del pasto mediante un análisis de varianza (ANOVA), comparación del efecto promedio por tratamiento por medio de la prueba de Tukey al 5 % de significación, validación de los supuestos de normalidad, análisis descriptivo por tratamiento y análisis de correlación y regresión simple utilizando la edad como variable independiente. Para el análisis de la información se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, versión 8.02) (SAS, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento y producción de forraje

El hábito de crecimiento y el desarrollo de las gramíneas son factores que afectan directamente la producción de forraje y son indicadores importantes para la evaluación de la eficiencia productiva de los pastos en condiciones tropicales. En la Tabla 1 se observan los parámetros de crecimiento y de producción de forraje del pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*) cosechado a diferentes edades. Se encontró que el CTO del forraje no presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los periodos consecutivos evaluados. Las diferencias se denotan a medida que el forraje aumenta su edad. Un comportamiento similar se observó para la PFV y la PPC. Se observó que las variables CTO, PFV y PPC se ven afectadas en gran medida por la edad de cosecha del pasto, alcanzando valores máximos de 61,9 cm, 23,6 t ha⁻¹MF y 1,220 unidades ha⁻¹, respectivamente. Estos resultados se ven afectados por la pluviosidad de la región que impide el crecimiento progresivo y constante del forraje y se convierte en un factor negativo para el mejoramiento la productividad por unidad de área.

Tabla 1. Crecimiento y producción del pasto *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf utilizado para la producción de heno en la Dorada (Caldas)

Edad de corte días	CTO Media ± ET (cm)		PFV Media ± ET (T ha ⁻¹ MF)		PPC Media ± ET (Und ha ⁻¹)	
40	20,4 ± 0,9	a	5,87 ± 1,1	a	166 ± 20,9	a
50	24,0 ± 0,3	a	7,29 ± 0,7	a	167 ± 5,9	a
60	30,0 ± 2,2	ab	12,58 ± 3,1	b	342 ± 28,2	ab
70	42,0 ± 1,9	cb	14,53 ± 0,8	bc	487 ± 47,1	b
80	45,8 ± 2,1	c	19,42 ± 2,6	cd	778 ± 77,1	c
90	53,9 ± 2,8	cd	19,96 ± 1,4	d	911 ± 122,1	c
100	61,9 ± 1,6	d	23,60 ± 1,0	d	1220 ± 83,9	d

Letras diferentes en las columnas demarcan diferencia estadística ($P < 0,05$)

CTO: Crecimiento de la planta (cm); PFV: Producción de forraje verde (T ha⁻¹MF); PPC: Producción de pacas (unidades/ha⁻¹)

Los resultados encontrados en el comportamiento del crecimiento y la producción siguen el mismo patrón que los reportados por Cruz (1996) en las Antillas Francesas; Ramírez, González-Rodríguez, García-Dessommès y Morales-Rodríguez (2005) en México; Sultan *et al.* (2008) en Pakistán, Lara-Mantilla *et al.* (2010), Laredo y Ardila (1984) en la Costa Norte Colombiana; Sultan y Kundu (2010) en la India y Roncallo, Sierra y Castro (2012) en el caribe Colombiano; sin embargo, los valores de CTO y PFV son mayores a los encontrados en este trabajo. Es importante considerar que el crecimiento de los forrajes está determinado por la calidad del suelo y por el comportamiento de las lluvias durante la época de

Producción de forraje y calidad nutricional del pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*-Forssk-Stapf) para la producción de heno en La Dorada (Caldas)

producción. Medina (2016) plantea que el crecimiento de los forrajes se ve limitado por la compactación del suelo, la erosión, el déficit de humedad, las deficiencias en el drenaje y de fertilidad, lo que afecta directamente la producción de biomasa en los sistemas de producción en pastoreo. La aireación mecánica es una práctica importante para mejorar la productividad de forrajes en condiciones tropicales (Lascano *et al.*, 1998; Estrada, 2002). En este trabajo, las condiciones edáficas y la pluviosidad no favorecieron el desempeño productivo del forraje, asumiendo que el forraje en condiciones ideales de producción puede alcanzar valores superiores a los encontrados.

Calidad nutricional

La calidad nutricional de los forrajes es un factor determinante para el desempeño productivo de los animales que lo consumen. Los resultados se observan en la Tabla 2. La PB presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) cuando aumenta la edad de corte del forraje, mostrando como tendencia que a mayor edad de corte menor cantidad de PB. El comportamiento fue decreciente, observando que hasta los 70 días el valor de proteína fue superior al 5 %, cumpliendo así con el requerimiento mínimo de proteína para rumiantes en sistemas tropicales (NRC, 2001; Ørskov, 1982; Poppi y McLennan, 1995). En cuanto a la MS y FDN se encontró diferencias significativas ($P < 0,05$), respecto a las edades evaluadas, observándose un comportamiento creciente a medida que la edad aumenta. Los valores máximos encontrados para MS y FDN fueron 51,7 y 84,6 %, respectivamente. Los menores por cientos de FDN fueron encontrados antes de los 70 días. Los resultados encontrados son similares a los reportados por Lara-Mantilla, Oviedo Zumaqué y Betancur Hurtado (2010); Laredo y Ardila (1984) en la Costa Norte Colombiana; Cruz (1996) en las Antillas Francesas; Ramírez *et al.* (2005) en México y Sultan *et al.* (2008) en Pakistán. La calidad nutricional del forraje fue afectada directamente por la edad de corte. Este comportamiento está asociado al engrosamiento de la pared celular, la cual genera en el protoplasma menor depósito de proteína y energía de fácil digestión, afectando de forma drástica los contenidos de nutrientes con el crecimiento de las plantas (Van Soest, 1994; Davis *et al.*, 2001).

Tabla 2. Calidad nutricional del pasto *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf utilizado para la producción de heno en la Dorada (Caldas)

Edad de corte (Días)	MS		PB		FDN		EB	
	Media ± ET (%)		Media ± ET (%)		Media ± ET (%)		Media ± ET (Mj)	
40	22,9 ± 0,8	a	7,9 ± 0,4	a	60,5 ± 0,3	a	16,182 ± 148	a
50	27,6 ± 0,3	ab	7,2 ± 0,7	a	67,0 ± 7,5	abc	16,010 ± 140	abc
60	28,5 ± 2,2	b	5,2 ± 0,8	b	65,2 ± 2,5	bc	15,592 ± 188	c
70	33,6 ± 1,9	c	5,2 ± 0,4	b	76,5 ± 8,5	abc	15,952 ± 144	abc
80	40,0 ± 2,1	d	3,8 ± 0,6	cb	81,1 ± 11,9	cb	15,632 ± 199	bc
90	45,5 ± 2,8	e	3,6 ± 0,4	cb	78,3 ± 6,3	abc	16,071 ± 143	ab
100	51,7 ± 0,8	f	3,2 ± 0,8	c	84,6 ± 4,9	c	16,048 ± 198	abc

Letras diferentes en las columnas demarcan diferencia estadística ($P < 0,05$)

MS: Por ciento de Materia Seca; PB: Por ciento de Proteína Bruta; FDN: Por ciento de Fibra Detergente Neutra; EB: Mega Joules de Energía Bruta

Relación de la producción de forraje y la calidad nutricional

La edad de corte es un factor determinante en la calidad del forraje, pues a mayor exposición de la planta a factores ambientales adversos (lluvia, viento, radiación solar), mayor es el crecimiento de la pared celular, lo que limita el contenido de otros nutrientes fundamentales en la alimentación de rumiantes (Kendall *et al.*, 2008). En la Tabla 3 se observa la correlación entre los parámetros de producción de forraje y de calidad nutricional.

Tabla 3. Matriz de correlación entre los parámetros de crecimiento y producción y la calidad nutricional del pasto *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf utilizado para la producción de heno en la Dorada (Caldas)

	CTO	PFV	PPC	MS	PB	FDN
PFV	+ 0,95 <0,0001					
PPC	+ 0,96 <0,0001	+ 0,97 <0,0001				
MS	+ 0,91 <0,0001	+ 0,89 <0,0001	+ 0,96 <0,0001			
PB	- 0,88 <0,0001	- 0,90 <0,0001	- 0,88 <0,0001	- 0,87 <0,0001		
FDN	+ 0,75 0,0001	+ 0,75 <0,0001	+ 0,74 <0,0001	+ 0,70 0,0004	- 0,75 <0,0001	
EB	- 0,07 0,7722	- 0,18 0,4545	- 0,01 0,9925	+ 0,14 0,5570	+ 0,18 0,4296	+ 0,02 0,9036

CTO: Crecimiento de la planta (cm); PFV: Producción de forraje verde (Ton FV ha⁻¹); PPC: Producción de pacas (unidades/ha⁻¹); MS: Por ciento de Materia Seca; PB: Por ciento de Proteína Bruta; FDN: Por ciento de Fibra Detergente Neutra; EB: Mega Joules de Energía Bruta

Se observó una relación inversamente negativa entre los parámetros asociados al crecimiento (CTO, PFV y PPC), los componentes de la pared celular (FDN) y la MS con relación a la PB del forraje. De igual manera se encontró una relación positiva entre CTO, PFV y PPC, respecto a la MS y FDN. Estos resultados indican que a medida que el pasto crece, su contenido de MS se incrementa debido a un aumento gradual de la pared celular y, por consiguiente, los niveles de PB disminuyen. En tal sentido, diferentes estudios han mostrado relación inversa entre la producción de forraje y la calidad nutricional, expresada en términos de digestibilidad y contenido de PB, en especies de *Dichanthium* sp. (Davis *et al.*, 2001; Ramírez, González-Rodríguez, García-Dessommes y Morales-Rodríguez, 2005; Lara-Mantilla, Oviedo Zumaqué y Betancur Hurtado, 2010).

El contenido de EB no se afectó con ninguna de las variables evaluadas, asociando este resultado a que la utilización de la energía por los rumiantes depende de la digestibilidad del forraje (Menke *et al.*, 1979; Poppi y McLennan, 1995). Para la producción de heno se debe tener en cuenta este criterio, pues debe existir sincronización entre la producción y calidad para obtener resultados óptimos al momento del corte. Al evaluar la relación entre el crecimiento, la producción y la calidad nutricional del pasto, se observó un punto de encuentro de las variables PB, MS y FDN, entre 60 y 80 días (Fig. 1), lo que sugiere que en este rango de edad se debe realizar el corte del forraje para obtener un producto superior a 4 % de proteína.

Es importante resaltar que se deben implementar prácticas de manejo que permitan optimizar el crecimiento del forraje para de esta manera mejore la calidad y la producción por hectárea en las empresas agropecuarias de la región. La utilización de fertilización química y sistemas de riego pueden ser una alternativa técnica-económica viable para mejorar los indicadores analizados. Cruz (1996) indica que las variedades de *Dichanthium aristatum* responden muy bien a la fertilización nitrogenada cuando se aplica después del día diez del corte, encontrando valores superiores a 7 t ha⁻¹ al día 40 de edad.

En la Tabla 4 se plantean las ecuaciones de regresión lineal, donde se tuvo en cuenta la edad como variable independiente. Estos resultados permiten realizar predicciones de producción y de calidad en campo si se tiene alguno de los valores de CTO (cm), PFV (t ha⁻¹), PPC (unidades/ha⁻¹), MS (%), PB (%) o FDN (%).

Producción de forraje y calidad nutricional del pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*-Forssk-Stapf) para la producción de heno en La Dorada (Caldas)

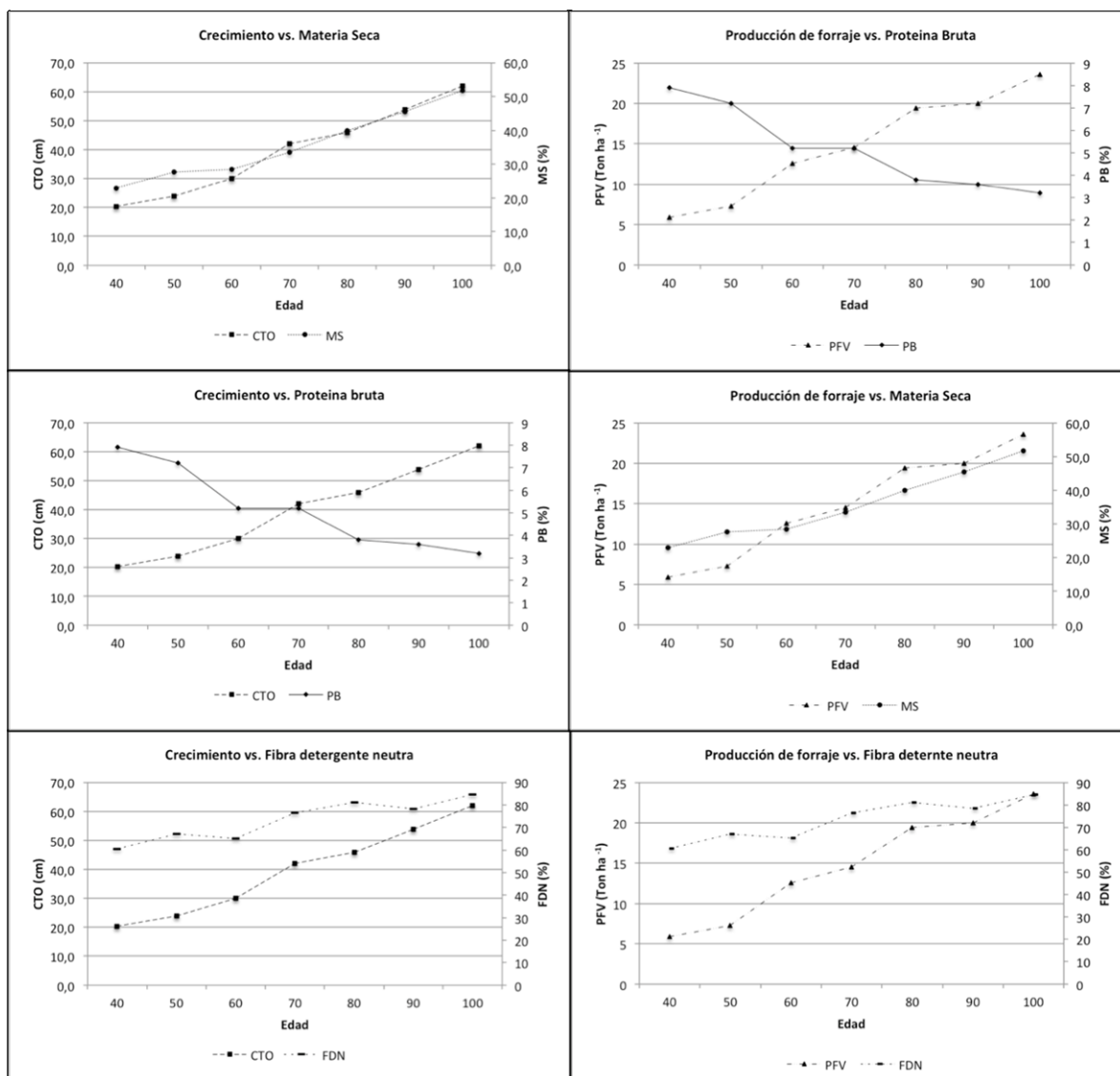


Fig. 1. Relación del crecimiento, la producción y la calidad nutricional del pasto *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf utilizado para la producción de heno en la Dorada (Caldas)

Tabla 4. Parámetros de regresión simple del pasto *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf utilizado para la producción de heno en la Dorada (Caldas)

Variable	Intercepto	Pendiente	Coefficiente de determinación
CTO (cm)	-10,3	0,714	0,908
PFV (T ha ⁻¹)	-6595,7	304,9	0,919
PPC (T ha ⁻¹)	-68903	1 815,6	0,920
MS (%)	3,88	0,454	0,862
PB (%)	10,7	-0,078	0,799
FDN (%)	45,6	0,396	0,609

CTO: Crecimiento de la planta (cm); PFV: Producción de forraje verde (T FV ha⁻¹); PPC: Producción de pacas (unidades ha⁻¹); MS: Por ciento de Materia Seca; PB: Por ciento de Proteína Bruta; FDN: Por ciento de Fibra Detergente Neutra.

CONCLUSIONES

El pasto *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf utilizado para la producción de heno, debe ser cosechado antes de los 60 días si se quiere aprovechar al máximo su valor nutricional; sin embargo, surge la necesidad de estudiar el comportamiento productivo y nutricional de esta especie bajo condiciones de fertilización.

Los parámetros de calidad nutricional disminuyen con la edad de la planta, por tal razón son necesarias estrategias que permitan maximizar el crecimiento para obtener índices de productividad mayores y que permitan que el heno cosechado sea utilizado como una materia prima de alta calidad y que cumpla con los requerimientos alimenticios de los animales.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Rancho Claro S.A. por poner a disposición la Hacienda Ceilán y todo su recurso humano para la ejecución de este trabajo.

REFERENCIAS

- AOAC. (2012). *Official methods of analysis (19th Ed.)*. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemistry.
- CRUZ, P. (1996). Growth and Nitrogen Nutrition of a *Dichanthium aristatum* Pasture Under Shading. *Tropical Grasslands*, 30, 407-413.
- DAVIS, F.M.; TEIXEIRA, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; PÉREZ, R. O.; SANTOS, R. A.; OLIVEIRA, I. G. *et al.* (2001, febrero). *Composição bromatológica e degradabilidade, por meio da técnica de produção de gas, do Pennisetum purpureum cv. Cameroon submetido a diferentes idades de corte*. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de producción Animal.
- ESTRADA, J. (2002). *Pastos y forrajes para el trópico colombiano*. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad de Caldas.
- HOLDRIDGE, L. R. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- KENDALL, C.; LEONARDI, C.; HOFFMAN, P. C. y COMBS, D. K. (2009). Intake and Milk Production of Cows Fed Diets that Differed in Dietary Neutral Detergent Fiber and Neutral Detergent Fiber Digestibility. *Journal of dairy science*, 92 (1), 313-323.
- LARA MANTILLA, C.; OVIEDO ZUMAQUÉ, L. E. y BETANCUR HURTADO, C. A. (2010). Efecto de la época de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal del pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton). *Zootecnia Tropical*, 28 (2), 275-282.
- LAREDO, M. A. y ARDILA, A. (1984). Variación nutricional en pastos guinea y angleton de la zona ganadera del César, Colombia. *Revista ICA*, 19 (1), 131-140.
- LASCANO, C. E.; EUCLIDES, V. P. B.; MILES, J., MAASS, B. y VALLE, C. (1998). Calidad nutricional y producción animal en las pasturas de Brachiaria. Colombia: CIAT-Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- MEDINA, C. (2016). Efectos de la compactación de suelos por el pisoteo de animales, en la productividad de los suelos. *Remediaciones. Rev. Colombiana Ciencia Animal*, 8 (1), 88-93.
- MENKE, K. H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STEINGASS, H.; FRITZ, D. y SCHNEIDER, W. (1979). The Estimation of the Digestibility and Metabolizable Energy Content of Ruminant Feedingstuffs from the Gas Production when they are Incubated with Rumen Liquor *In Vitro*. *The Journal of Agricultural Science*, 93 (1), 217-222.
- NRC (2001). *Nutrients Requirements of Dairy Cattle*. Washington, DC: National Research Council.
- ØRSKOV, E. R. (1982). *Protein nutrition in ruminants*. London: Academic Press Inc.
- POPPI, D. P. y MCLENNAN, S. R. (1995). Protein and Energy Utilization by Ruminants at Pasture. *Journal of Animal science*, 73 (1), 278-290.
- RAMÍREZ, R. G.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, H.; GARCÍA-DESSOMMES, G., y MORALES-RODRÍGUEZ, R. (2005). Seasonal Trends in Chemical Composition and Digestion of *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf. *Journal of Applied Animal Research*, 28 (1), 35-40.
- RONCALLO, F.; SIERRA, M. A. y CASTRO, A. R. (2012). Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco. *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13 (1), 71-78.
- SULTAN, J. I.; INAM UR, R.; YAQOUB, M.; NAWAZ, H. y HAMEED, M. (2008). Nutritive Value of Free Rangeland Grasses of Northern Grasslands of Pakistan. *Pak. J. Bot*, 40 (1), 249-258.

Producción de forraje y calidad nutricional del pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*-Forssk-Stapf) para la producción de heno en La Dorada (Caldas)

SULTAN S. y KUNDU, S. S. (2010). Intake, Nutrient Digestibility, Rumen Fermentation and Water Kinetics of Sheep Fed *Dichanthium annulatum* Grass Hay-Tree Leaves Diets. *Livestock Research for Rural Development*, 22, 150-156.

SUTTIE, J. (2003). *Hay and Straw Conservation for Small-Scale Farming and Pastoral Conditions*. Roma: FAO.

TALLOWIN, J. R. B., y JEFFERSON, R. G. (1999). Hay Production from Lowland Semi-Natural Grasslands: a Review of Implications for Ruminant Livestock Systems. *Grass and forage science*, 54 (2), 99-115.

VAN SOEST, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2 ed.). New York, EE.UU.: Comstock Publ. Assoc.

ZEBELI, Q.; ASCHENBACH, J. R.; TAJAJ, M.; BOGUHN, J.; AMETAJ, B. N. y DROCHNER, W. (2012) Role of Physically Effective Fiber and Estimation of Dietary Fiber Adequacy in High-Producing Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 95 (3), 1041-1056.

Recibido: 10-1-2018

Aceptado: 16-1-2018