

Efecto de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115

Daiky Valenciaga, Bertha Chongo, R. S. Herrera, Verena Torres, A. Oramas, J.G. Cairo y Magali Herrera

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana

Correo electrónico: dvalenciaga@ica.co.cu

Para determinar el efecto de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115, se desarrolló un experimento con un cultivar previamente establecido, sin riego ni fertilización, en un área experimental del Instituto de Ciencia Animal, según diseño de bloques al azar, con tres réplicas y cinco tratamientos (28, 56, 84, 112 y 140 d de rebrote). Después de un corte de homogeneidad, se tomaron 100 plantas al azar por tratamiento y réplica para determinar la composición química. Se constató que el avance de la edad estuvo asociado con la disminución ($P < 0.001$) del tenor de PB y el incremento ($P < 0.001$) de la concentración de MS y de todos los componentes de la pared celular del CUBA CT -115, excepto de las hemicelulosas. Para la PB y la MS, se ajustaron ecuaciones de regresión lineal entre estos indicadores y la edad. Para FDN, FDA, celulosa y lignina se ajustaron ecuaciones de regresión cuadrática. El rango de valores de la FDN varió de 60.42 a 80.80 %, el de celulosa de 29.36 a 39.85 %; mientras que el de lignina de 3.22 %, a los 28 d, hasta 8.55 %, a los 140 d de rebrote. El menor valor ($P < 0.001$) de las hemicelulosas (27.84 %) se obtuvo para los 28 d de rebrote. No hubo una tendencia creciente, más bien fue variable en todas las edades estudiadas. Hubo incremento ($P < 0.001$) del contenido de cenizas con la edad de rebrote, a pesar de no existir diferencias en Ca y P. El contenido de sílice se incrementó ($P < 0.001$) desde 0.33 % a los 28 d, hasta 1.22 % a los 140 d de rebrote. Resultó interesante que no hubiese variación en los contenidos de Ca y P con la edad de rebrote. Debe tenerse en cuenta la información obtenida en este estudio para lograr adecuadas estrategias de manejo de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115 en la alimentación animal, de modo que pueda aprovecharse al máximo su potencial como fuente de biomasa, obtener beneficios productivos y mayor sostenibilidad en nuestros agroecosistemas.

Palabras clave: *edad de rebrote, composición química, Pennisetum purpureum* vc *CUBA CT -115*

Las gramíneas tropicales son de rápido crecimiento y maduración. Debido a esta característica, su calidad nutricional también cambia rápidamente, ya que con la edad experimentan modificaciones sensibles y graduales en su composición química. La reducción del contenido de proteína bruta y el incremento de los constituyentes de la pared celular (Ramírez de la Rivera *et al.* 2004 y Torregrozza *et al.* 2006) son los principales cambios que presentan, los que influyen directamente en la digestibilidad y en la eficiencia de utilización de los forrajes por parte de los animales (Valenciaga *et al.* 2006 y Vieira y Fernández 2006).

El *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115, obtenido en el Instituto de Ciencia Animal mediante cultivo de tejidos *in vitro*, por sus promisorias características agronómicas y de calidad, constituye una contribución al fondo genético de la especie, principalmente para la tecnología de bancos de biomasa en pastoreo (Martínez y Herrera 2006). Sin embargo, en la literatura científica, son escasos los trabajos relacionados con los cambios químicos y estructurales que ocurren con la edad en sus paredes celulares. Esta información podría constituir una valiosa herramienta para establecer estrategias de manejo eficientes, que permitan aprovechar al máximo su potencial como fuente de biomasa y redunden en beneficios productivos y de mayor sostenibilidad en los agroecosistemas.

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115.

Materiales y Métodos

Localización. El experimento se realizó en áreas del Instituto de Ciencia Animal de Cuba. Los análisis químicos se efectuaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela de Veterinaria de la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG), Bello Horizonte, Brasil.

Tratamientos, diseño y procedimiento experimental. Se utilizó un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos (edad de rebrote) y tres réplicas.

La siembra se efectuó el 5 de junio de 2003, en parcelas, con un área de 25 m², en suelo ferralítico rojo típico (Hernández *et al.* 1999), bastante uniforme en su perfil y de rápida desecación. Posteriormente, el 8 de junio de 2004, cuando estuvo plenamente establecida, se realizó el corte de homogeneidad o de uniformidad, a 20 cm del suelo. No se empleó riego ni fertilización. Posterior al corte se realizaron muestreos del material vegetal, a los 28, 56, 84, 112 y 140 d, respectivamente.

Después de desechar los efectos de borde, se tomaron 100 plantas al azar (cortadas con machete a 20 cm del suelo) por tratamiento y réplica, para estudiar la composición química. Las muestras se secaron en estufa de circulación de aire, a temperaturas alternas: 100 °C durante una hora y posteriormente a 60 °C, hasta alcanzar peso constante (aproximadamente 72 h), según lo descrito por Herrera (2003). Posteriormente, se redujeron a tamaño de partícula de 1 mm en un molino marca Arthur H. Thomas, Wiley, USA. Se almacenaron en frascos de cristal, herméticamente cerrados, a temperatura ambiente hasta realizar los análisis químicos.

Análisis químicos. Los análisis de MS, PB, FDN, FDA, celulosa, hemicelulosas y lignina se realizaron en el rango de longitud de onda de 700 - 2500 nm en un Espectrofotómetro de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano, con transformada de Fourier NIRS VIS BUHLER, adaptado a un software quimiométrico BCAP, Versión 6.0 (Buhler Chemical Analytic Package). El contenido de cenizas, calcio, fósforo y sílice se determinó según AOAC (1995).

Todos los análisis químicos se realizaron por duplicado, por tratamiento y réplica, para 30 muestras en total.

Análisis estadístico. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el sistema estadístico SPSS para Windows (Visauta 1998). Los valores medios se compararon mediante la dócima de Duncan (1955). Se ajustaron ecuaciones de regresión entre la edad de rebrote y los diferentes indicadores evaluados.

Resultados y Discusión

La concentración de MS aumentó ($P < 0.001$) con la edad de rebrote. Se ajustó una ecuación de regresión lineal entre la MS y la edad (figura 1). El rango de valores varió desde 15.0 hasta 27.0 %.

El incremento de la proporción de la pared celular vegetal con la edad pudiera ser, principalmente, el responsable del aumento de la MS, aunque otras causas pudieran influir: disponibilidad de agua, desarrollo del sistema radicular de la planta y época del año, entre otras. Además, se conoce que con la edad en las plantas se producen cambios morfológicos, como la disminución de las láminas foliares y el aumento de los haces vasculares (Mari *et al.* 2004). Estos pueden provocar el incremento de este indicador en el forraje. Noguera (2004) encontró resultados similares al estudiar cinco genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en tres épocas de corte diferentes, al igual que Castro (2006) cuando determinó el efecto de la edad en la composición química de *Brachiaria brizantha* vc. Marandú.

Hubo disminución del tenor de PB ($P < 0.001$) con la edad del material evaluado y se ajustó una ecuación de regresión lineal entre ambos indicadores (figura 2). El mayor valor (14.89 %) correspondió a los 28 d de edad. Hubo descenso gradual y progresivo de este indicador con la edad, hasta los 140 d de rebrote (7.78 %).

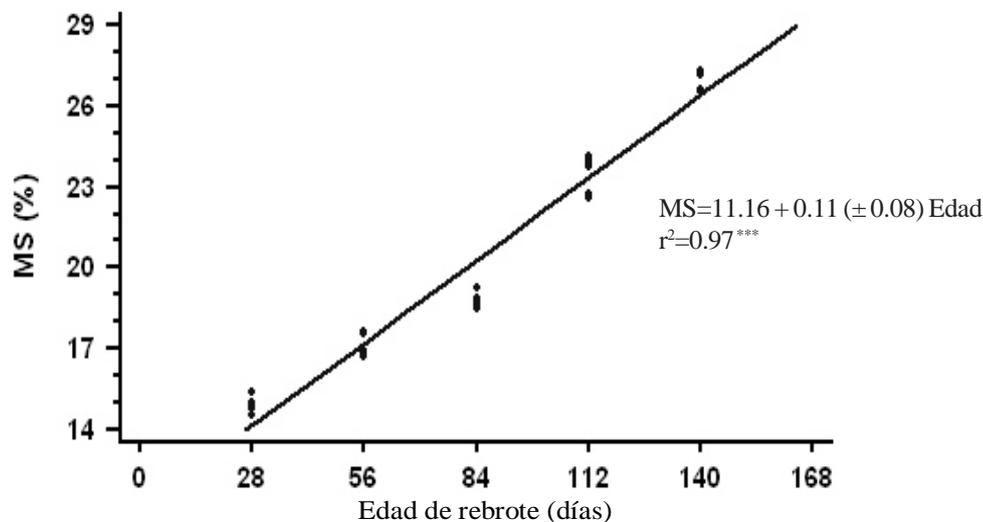


Figura 1 Efecto de la edad de rebrote en el contenido de MS de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115.

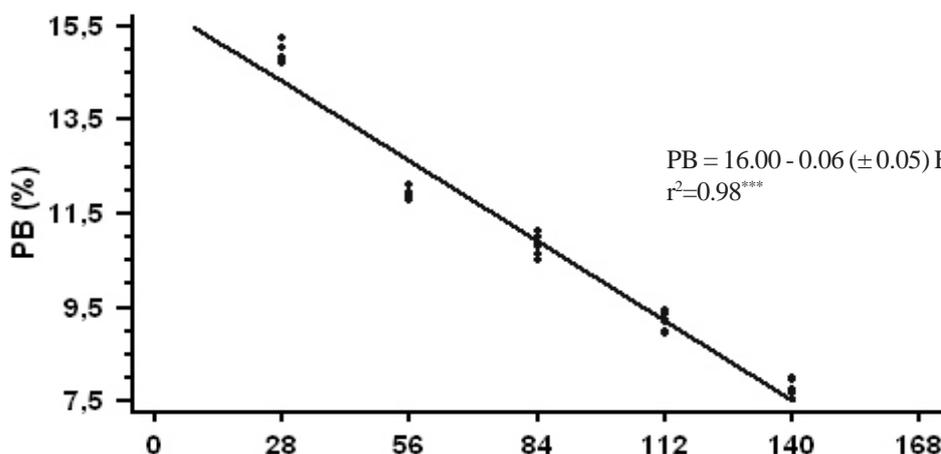


Figura 2 Efecto de la edad de rebrote en el contenido de PB de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115

La disminución con la edad de la PB del CUBA CT-115 pudiera relacionarse con el descenso de la actividad metabólica, a medida que la edad de la planta avanzó. Esto trae consigo la disminución de la síntesis de compuestos proteicos, con respecto a los estadios más jóvenes (Danelón 2001). La disponibilidad de agua, la época, así como la cantidad y disponibilidad de nitrógeno en el suelo, entre otros factores, pudieran influir en este resultado.

Alves do Santos *et al.* (2001), al evaluar el *Pennisetum purpureum* Schum. vc. Roxo, constataron el descenso del tenor proteico de 12.89 %, a los 40 d, hasta 5.36 %, a los 100 d. Dos Reis (2006) comprobó en tres gramíneas forrajeras (*Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum* y *Cynodon dactylon*) la disminución de la PB con la edad, aproximadamente de 10 a 15 %. Resultados similares informaron Torregrozza *et al.* (2006) al evaluar el efecto de la edad en la composición química de *Brachiaria arrecta*.

A pesar de que con la edad hubo descenso de la concentración de PB, este indicador presentó alto contenido hasta los 112 d de rebrote. Este fue superior a lo informado por Deschamps y Alves de Brito (1998) y Dos Reis (2006) para diferentes variedades del género.

Además, el descenso a los 140 d, no fue considerado crítico para la adecuada actividad microbiana en el rumen, ya que Minson (1990) demostró que cantidades de proteína por debajo del 7 % no permiten la utilización eficiente y completa de los carbohidratos del forraje. Por tanto, la tasa de pasaje de la digesta disminuye y, como consecuencia, la digestibilidad y el consumo voluntario se reducen significativamente y se limita la productividad animal. Este comportamiento le concede grandes ventajas a este clon en la alimentación de los rumiantes.

Se confirmó que el avance de la edad estuvo asociado con el marcado incremento ($P < 0.001$) de todos los componentes de la pared celular, excepto para las hemicelulosas.

Se ajustaron ecuaciones de regresión cuadráticas entre la edad y la FDN. El rango de valores se ajustó de 60.42 a 80.80 %. Entre la edad y la FDA, los valores oscilaron entre 32.58 y 48.40 % (figuras 3 y 4).

Hubo marcado efecto de la edad en la fracción de la pared celular correspondiente a la celulosa, la que se incrementó ($P < 0.001$) con la edad de rebrote. Se ajustó una ecuación de regresión cuadrática entre este indicador y la edad, siendo el rango de valores de 29.36 a 39.85 % (figura 5).

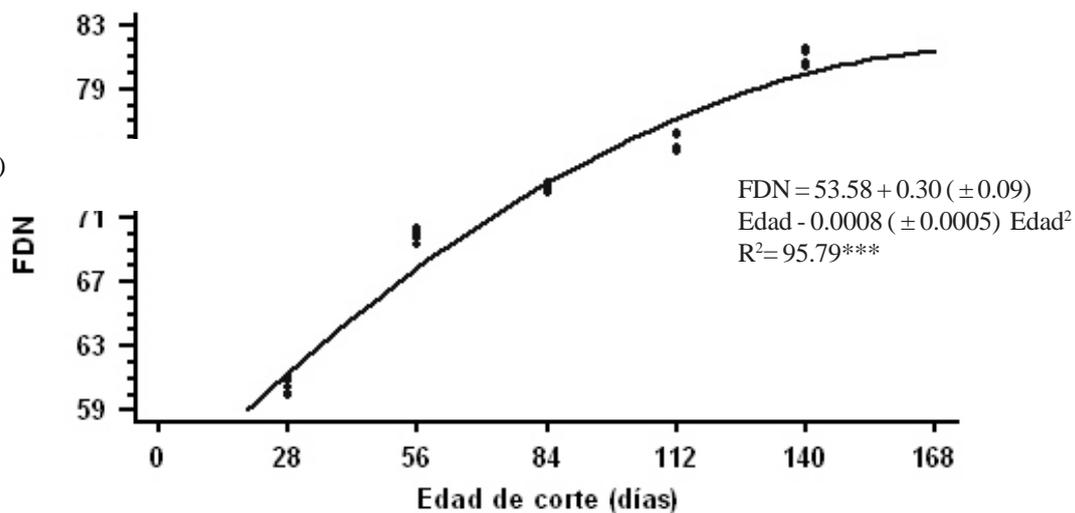


Figura 3 Efecto de la edad de rebrote en el contenido de FDN de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115.

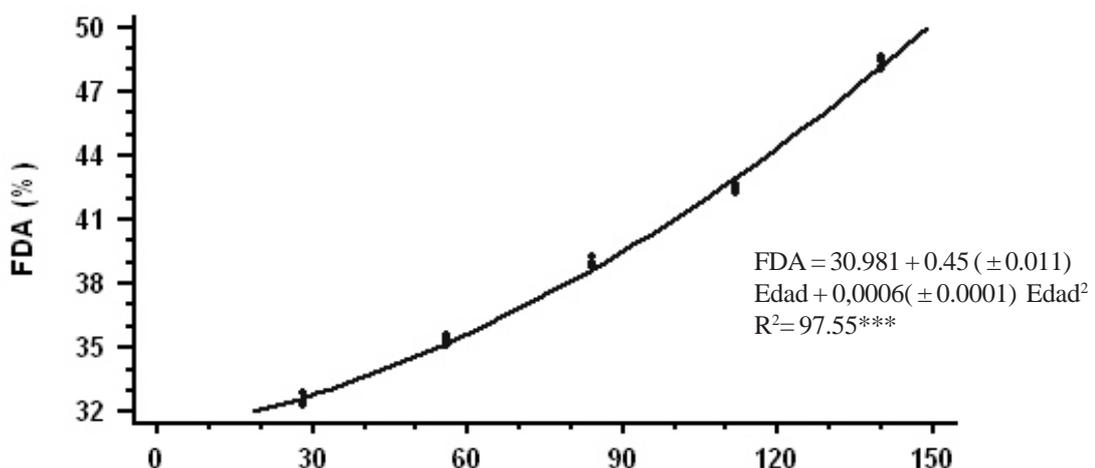


Figura 4 Efecto de la edad de rebrote en el contenido de FDA de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115

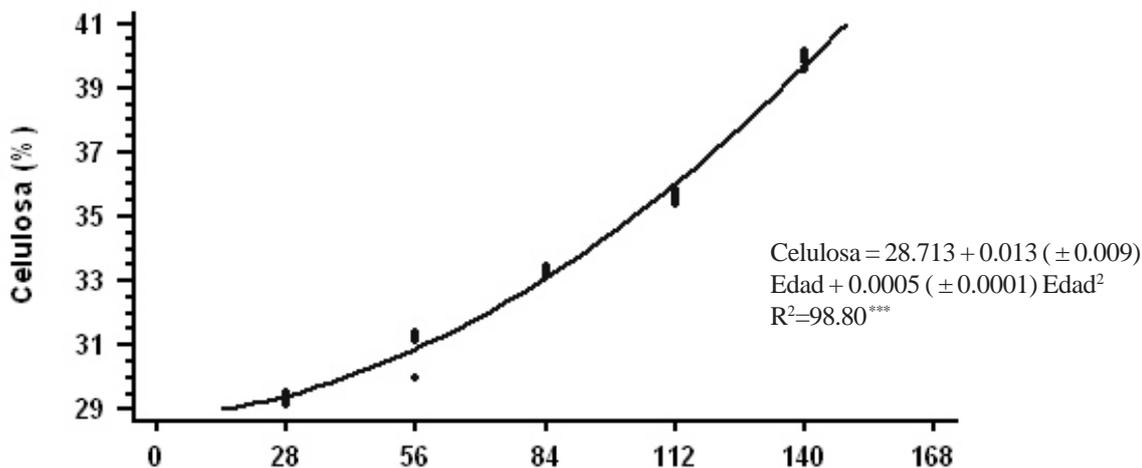


Figura 5 Efecto de la edad de rebrote en el contenido de celulosa de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115

Los incrementos de los tenores de FDN y FDA con la edad pudieran deberse a que según la planta envejece, ocurren cambios fisiológicos que provocan la disminución de la proporción del contenido celular citoplasmático. Además, se reduce el lumen celular con sus componentes solubles y se incrementan los componentes fibrosos (Nogueira Filho *et al.* 2000).

Con respecto al incremento de la celulosa con la edad, este comportamiento podría ser el resultado del engrosamiento de la pared celular que ocurre con la edad de la planta (Paciullo 2002). De esta forma, la celulosa forma microfibrillas compactas que proveen la fuerza y rigidez que requieren las paredes celulares. Olivera (2006) obtuvo similar comportamiento de este indicador, al evaluar el efecto de la edad en el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Sin embargo, es importante destacar que este autor demostró cambios de la celulosa con la edad, los que fueron mucho más pronunciados en esta especie con respecto al clon en estudio.

Con la edad de rebrote se obtuvo incremento de la concentración de lignina ($P < 0.001$). Se ajustó una ecuación de regresión cuadrática entre la edad y la lignina

(figura 6), con valores que oscilaron de 3.22 %, a los 28 d, hasta 8.55 %, a los 140 d de rebrote.

El incremento en la concentración de lignina con la edad de rebrote del CUBA CT- 115, puede obedecer a que a medida que la planta madura, la pared celular se ensancha y produce una pared secundaria de composición distinta, con notable deposición de constituyentes aromáticos (González 2005 y Saliba *et al.* 2005). Es muy probable que el incremento de la concentración de lignina esté estrechamente relacionado con su función, el grado de rigidez de la planta, la resistencia de los tejidos vasculares, la conducción de solutos, agua y sales minerales necesarias para su supervivencia (Poerschmann *et al.* 2005), que se incrementa con el avance de la maduración fisiológica de la planta. Rodríguez *et al.* (2001) encontraron similar comportamiento al evaluar *Andropogon*, *Brachiaria* y *Panicum*.

Para las hemicelulosas se reconoció un comportamiento diferente. El menor valor ($P < 0.001$) de este nutriente (27.84 %) se obtuvo para el clon con 28 d de rebrote. Sin embargo, no hubo tendencia creciente, más bien fue variable en todas las edades estudiadas

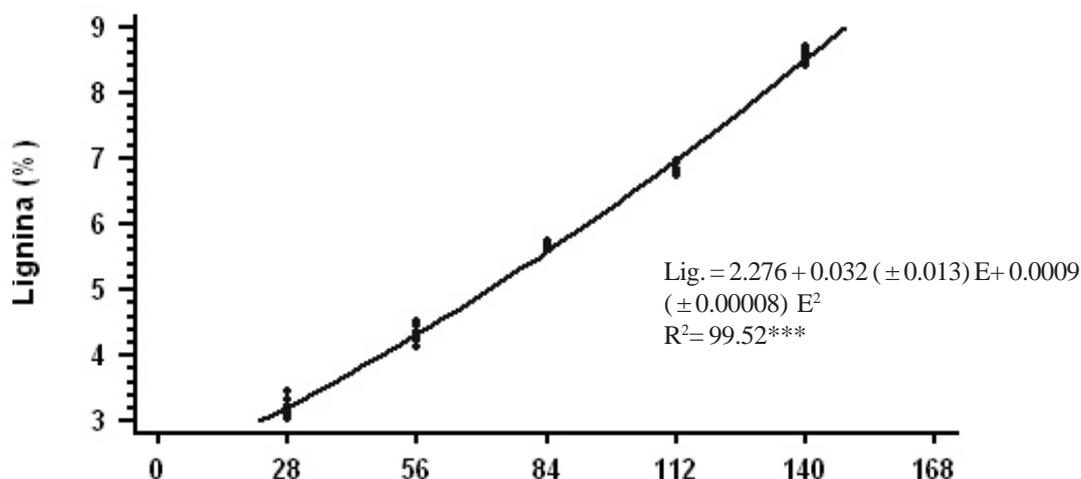


Figura 6 Efecto de la edad de rebrote en el contenido de lignina de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115

Tabla 1. Efecto de la edad de rebrote en la concentración de hemicelulosas de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115 (% de MS).

Indicador	Edad de rebrote, d					EE ±
	28	56	84	112	140	
Hemicelulosa	27.84 ^a	34.59 ^e	33.48 ^d	33.10 ^c	32.41 ^b	0.05***

^{abcde} Medias con letra diferente en la misma fila difieren a P < 0.05

(Duncan 1955).

*** P < 0.001

(tabla 1). No se ajustó ecuación de regresión alguna entre este indicador y la edad.

Los resultados de este trabajo en el comportamiento de la concentración de hemicelulosas con la edad de rebrote para el CUBA CT-115 difieren de lo informado por Noguera (2004), al estudiar el valor nutritivo de sorgo en diferentes edades de corte (*Sorghum bicolor* L. Moench), así como de lo obtenido por Barbi (2006) en *Pennisetum purpureum* Schum., *Panicum maximum* Jacq., *Andropogon gayanus* Kunth e *Hypparrhemia rufa* Ness, quienes demostraron incremento de este indicador con la edad. Los datos de esta investigación no concuerdan con los estudios citados debido a las diferencias ambientales y de especies evaluadas. Pudieran influir además, la disponibilidad de nutrientes en el suelo, el balance hídrico, la época, la relación hoja-tallo, entre otros factores que pueden influir en la variación del contenido de este constituyente de la pared celular.

La edad de rebrote tuvo efecto marcado (P < 0.001) en el contenido de cenizas y hubo incremento de este indicador con la edad del clon, desde 10.24 %, a los 28 d de edad, hasta 12.64 % a los 140 d (tabla 2). Las cenizas mostraron este comportamiento a pesar de no haber diferencias en los tenores de Ca y P en las diferentes edades evaluadas (tabla 2). Por tanto, pudiera afirmarse que este comportamiento estuvo muy relacionado con el incremento (P < 0.001) del contenido de sílice a medida que aumentó la edad de rebrote del clon. Este indicador varió de 0.33 %, a los 28 d, hasta 1.22 %, a los 140 d de rebrote.

Con respecto al incremento de la concentración de sílice con la edad, Monton y Hutras (1974) informaron

que las gramíneas pueden contener entre 1 y 3 % de sílice. Este elemento forma parte de la estructura de la planta. Hay evidencias de su deposición en la pared celular vegetal y de su acción como cementante de los componentes de la pared (Geis 1978), por lo que al aumentar el contenido de pared celular con la edad, se incrementó el contenido de sílice. Silva *et al.* (2005) plantearon la posibilidad de que las plantas absorban el sílice, se acumule en las partes aéreas e influya negativamente en la calidad nutricional de los forrajes.

Se debe destacar que el *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115 presenta mayor contenido de carbohidratos estructurales y desarrollo de su estructura a medida que avanza su edad, rasgos que pudieran permitir el incremento de la absorción de sílice y por consiguiente, mayor distribución en la estructura de la planta. Shibuya (1999) demostró que a medida que avanza la edad de la planta, se incrementa la presencia de células altamente silificadas, proyectadas en los bordes de las hojas. Este hallazgo resulta interesante, ya que estas células podrían disminuir la palatabilidad del alimento al tornarlo áspero y abrasivo para el animal. Rodríguez *et al.* (2004) constataron un comportamiento similar en el tenor de sílice y cenizas, al evaluar *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick en diferentes estados de maduración.

Los resultados del trabajo concuerdan con la tendencia hallada para las gramíneas tropicales en relación con el efecto de la edad de rebrote en el valor nutritivo. Se han encontrado numerosos trabajos en los que la proporción de componentes potencialmente digestibles, carbohidratos solubles, proteínas y contenidos celulares tienden a declinar, mientras que los componentes de la

Tabla 2. Efecto de la edad de rebrote en las concentraciones de sílice, cenizas, Ca y P de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115 (% de MS).

Indicador	Edad de rebrote, d					EE ±
	28	56	84	112	140	
Sílice	0.33 ^a	0.64 ^b	0.77 ^c	0.97 ^d	1.32 ^e	0.02***
Cenizas	10.24 ^a	10.46 ^b	10.54 ^c	11.28 ^d	12.64 ^e	0.02***
Ca	0.45	0.44	0.44	0.42	0.45	0.03
P	0.28	0.30	0.26	0.28	0.26	0.04

^{abcde} Medias con letra diferente en la misma fila difieren a (p < 0.05)

(Duncan 1955).

*** P < 0.001

pared celular, incluso las fracciones indigestibles como la lignina y sílice, se incrementan con la edad de corte (Nogueira Filho *et al.* 2000 y Van Soest 2002).

Por su novedad, deben tenerse en cuenta algunos resultados de este estudio. En primer lugar, los cambios en la composición química del clon con la edad de rebrote no resultaron tan sensibles y marcados como en otras gramíneas tropicales, principalmente en las concentraciones de PB y lignina. Esto pudiera relacionarse con la elevada capacidad de rebrote del clon, mayor eficiencia de conversión de la energía lumínica, utilización del agua y tolerancia a las altas temperaturas. Esto último propicia la acumulación de biomasa, sin grandes alteraciones en la calidad y pocos cambios en su estructura según la edad (Herrera 2002). Por la importancia del tema, se recomienda proyectar estos estudios en otras condiciones edafoclimáticas.

Resulta interesante que no hubo variación en los contenidos de Ca y P con la edad de rebrote, ya que en la literatura científica se plantea que el contenido de P disminuye con la edad, al ser un mineral que, generalmente, está presente en altas concentraciones en órganos jóvenes y en activo crecimiento. La concentración de P disminuye en tejidos de hojas y tallos de mayor edad, mientras que el Ca se incrementa con la edad, ya que interviene en la formación de los componentes de la pared celular (González 2005).

Se concluye que hubo marcado efecto de la edad de rebrote en la composición química de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT – 115. Se recomienda tener en cuenta la información de esta investigación para establecer las estrategias de manejo adecuadas de este clon en la alimentación animal, con el propósito de aprovechar al máximo su potencial como fuente de biomasa y obtener beneficios productivos, así como mayor sostenibilidad de los agroecosistemas.

Referencias

- Alves dos Santos, E., Silva, D.S. & Queiroz-Filho, J.L. 2001. Composición química de *Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Roxo cortado a diferentes alturas. Rev. Bras. Zootec. 30:12
- AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16th Ed. Ass. Off. Agric. Chem. Washington, D.C.
- Barbi, J.H.T. 2006. Evaluación de la degradabilidad ruminal de cuatro gramíneas tropicales con diferentes edades de corte por la técnica *in situ*. Tesis de Master en Zootecnia. Escuela de Veterinaria. UFMG. Brasil. 68 pp.
- Castro, G.H.F. 2006. Cinética de degradación y fermentación ruminal de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en cuatro edades de corte. Tesis de Master en Zootecnia. Escuela de Veterinaria. UFMG. Brasil. 80pp.
- Danelón, J.L. 2001. Comprendiendo a los carbohidratos. Disponible: <http://www.portalveterinaria.com/sections.view.article.artid65> Consultado: 4 de marzo de 2004
- Deschamps, F.C. & Alves de Brito, C.J.F. 1998. Quality and partition of several fractions of three elephant grass cultivars (*Pennisetum purpureum*, Schumach). Anais da XXXV Reuniao da SBZ. Botucatu - SP. Brasil. pp. 22
- Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 43, Número 1, 2009.
- Dos Reis, S.T. 2006. Fraccionamiento y degradabilidad ruminal de proteína de forrajes del género *Cynodon*. Tesis Dr. Cs. Universidad de Lavras. Minas Gerais. Brasil. 124pp.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F. tests. Biometrics 11:1
- Geis, I.W. 1978. Biogenic opal in three species of gramineae. Ann. Bot. 42:119
- González, A.M. 2005. Morfología de las plantas vasculares. Subestructura de la pared celular. Conferencia de Curso de Botánica Morfológica. Disponible :http://www.Biología.edu.ar/botánica/7.3_pared_cellular.htm. Consultado: 5 de agosto 2005
- Hernández, A., Pérez, J.M. & Busch, O. 1999. Nueva Versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGROINFOR-MINAG. La Habana. Cuba. pp.64.
- Herrera, R.S. 2002. Movimiento de sustancias durante el pastoreo y rebrote del clon CUBA CT- 115 (*Pennisetum purpureum* sp.). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 35: 417
- Herrera, R.S. 2003. Principios básicos de fisiología, métodos de muestreo y calidad de los pastos. En: Fisiología, establecimiento y producción de biomasa de pastos, forrajes y otras especies para la ganadería tropical. Ed. Instituto de Ciencia Animal-Centro de Desarrollo Tecnológico La Noria. México. pp. 12
- Mari, L.J., Nussio, L.G. & Schmidt, P. 2004. Magnitud de las alteraciones en la composición morfológica y el valor nutritivo de hierba Mandu mantenida a intervalos fijos entre cortes. Reunión de la Sociedad Brasileira de Zootecnia. 41. SBZ. Campo Grande. Brasil. pp72
- Martínez, R.O. & Herrera, R.S. 2006. Empleo del CUBACT-115 para solucionar el déficit de alimento durante la seca. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds. R.S. Herrera, G.J. Febles, G.J. Crespo, Instituto de Ciencia Animal. Cuba. p. 221
- Minson, D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego. p. 125
- Monton, B.C. & Hutras, M.W. 1974. Silica concentrations in grazed and ungrazed forage species. Agron. J. 66:10
- Nogueira Filho, J.C.M., Fondevila, M., Barrios- Urdaneta, A. & González-Ronquillo, M. 2000. *In vitro* Microbial fermentation of tropical grasses at an advanced maturity stages. Anim. Feed Sci. Tech. 83:145
- Noguera, J.R. 2004. Estudio químico «in situ», «in vitro» y microscópico de las paredes celulares de cinco genotipos de sorgo en tres épocas de corte. Tesis Dr. Cs. Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Brasil. 150 pp.
- Olivera, L.O.F. 2006. Desempenho, consumo, dinâmica ruminal e cinética da degradação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em bovinos de corte suplementados com proteinados. Tese Doutorado em Ciência Animal. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil. 93 pp.
- Paciullo, D.S.C. 2002. Características anatómicas relacionadas con el valor nutritivo de las gramíneas forrajeras. Ciencia Rural.32:103
- Poerschmann, J., Gathmann, A., Augustin, J., Langer, U. & Górecki, T. 2005. Molecular Composition of Leaves and Stems of Genetically Modified Bt and Near-Isogenic Non-Bt Maize—Characterization of Lignin Patterns. J Environ. Qual. 34:1508
- Ramírez de la Rivera, J.L., Leonard, I., López, Y., Alvarez, Y. & López, B. 2004. Efecto de la edad de rebrote en el valor nutritivo de dos especies de pastos tropicales (King grass

- CUBA CT-115 y *Brachiaria decumbens*). Disponible :<http://www.redpau.fpolar.info.velagrotrop/u20-6206a003.html>. Consultado: 5 abril de 2005
- Rodríguez, A.L.P., Sampaio, I.B.M. & Carneiro, J. 2001. Degradabilidad de la materia seca de forrajes tropicales *Andropogon gayanus* cv. Plarialtina, accesos de *Brachiaria brizantha*, *Centrus ciliaris* y *Panicum maximum* en tres épocas de corte. Reunión Anual de la Sociedad Brasileira de Zootecnia. Piracicaba.SBZ. Brasil pp25.
- Rodríguez, N., Araujo-Febres, O. & González, B. 2004. Efecto de la adición de urea sobre la composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de heno de *Brachiaria humidicola* Rendle Schweick cosechado a diferentes edades. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 10:5
- Saliba, E.O.S., Mauricio, R.M., Souza, L.F., Moreira, G.R., Rodríguez, N.M., Bonfin, I.F., & De Araújo, V.L. 2005. Shadow influence of the tree ipê felpudo (*Zexchariah tuberculosa* vell. bur.) on composition of p-hydroxybenzaldehyde, vanillin, siringaldehyde in the lignin content of *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. I Congreso Internacional de Producción Animal. Convención Animal Tropical. Palacio de las Convenciones, La Habana. Cuba.
- Shibuya, N. 1999. Comparative studies on the cell wall polymers obtained from different parts of rice grains. In: Plant Cell Wall polymers. American Chemical Society. pp. 332
- Silva, L.P., Silva, L.S.W. & Bohnen, H. 2005. Cell wall components and *in vitro* digestibility of rice (*Oryza sativa*) straw with different silicon concentration. *Ciência Rural*. 35: 1205
- Torregrozza, L., Cuadrado, H. & Vega, A. 2006. Producción, composición química y digestibilidad del pasto Braquiua para (*Brachiaria arrecta*) en diferentes épocas y edades de rebrote. Disponible : <http://www.centroinvestigacionTuripana.corpoica.braquiupara.htm>. Consultado: 25 de octubre 2006
- Valenciaga, D., La O, O. Chongo, B. y Oramas, A. 2006. Efecto del tiempo de reposo en la degradación ruminal *in situ* del complejo lignocelulósico y la producción de gas *in vitro* del clon CUBA CT-115 (*Pennisetum purpureum* sp.) *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 40:71
- Van Soest, P.J. 2002. Nutritional ecology of the Ruminant. Second Edition. Comstock Publishing Associates. Cornell University Press. Ithaca and London. pp500
- Vieira, R.M.A. & Fernández, A.M. 2006. Importancia de los estudios cuantitativos asociados a la fibra para la nutrición y alimentación de los rumiantes. 43 Reunión de la Sociedad Brasileira de Zootecnia. SBZ. Joao Pessoa. Brasil. pp120
- Visauta, B. 1998. SPSS para Windows. Estadística multivariada. Vol. II. Mc Graw-Hill/Interamerica de España. Sav p. 358.

Recibido: 20 de febrero de 2008.

Diplomado

Pastos y Forrajes Tropicales

Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

Cursos

Fundamentos de la producción de pastos y forrajes.
Principios agronómicos y producción de pastos y forrajes.
Manejo de los pastos para la alimentación animal.
Sistemas tecnológicos de producción bovina.

Requisitos de admisión

Solicitud

Ser graduado universitario de carreras agropecuarias u otras afines
Poseer capacidad de interpretar correctamente la literatura científica en idioma inglés
Tener dominio de elementos de computación
Entregar resumen de *Curriculum Vitae*
Estar avalado por la dirección institucional de su centro de trabajo

Para mayor información:

Dra. Elaine Valiño Cabrera
Directora de Ciencia y Técnica y Posgrado
Apartado 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba
Telf: 53 (47) 599433, 599410, 524773
e-mail: evalino@ica.co.cu