

Efecto de la edad de rebrote en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA-CT 115

Daiky Valenciaga, Bertha Chongo, R. S. Herrera, Verena Torres, A. Oramas 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 digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) 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. Se aplicó un diseño de bloques al azar, con tres réplicas y cinco tratamientos (28, 56, 84, 112 y 140 d de rebrote). Después del corte de homogeneidad, se tomaron 100 plantas al azar por tratamiento y se procedió a la réplica para la determinación de los indicadores de la composición química y DIVMS mediante NIRS. Se constató que, a medida que avanzó la edad de rebrote, disminuyó la DIVMS ($P < 0.001$) del CUBA CT-115. Se ajustó una ecuación de regresión cuadrática entre ambos y el rango de valores varió desde 67.94, a los 28 d, hasta 59.93 %, a los 140 d de rebrote. Hubo alta correlación de la DIVMS con los componentes de la pared celular del clon, excepto con la hemicelulosa y se estableció la ecuación de regresión. Esta explica la estrecha relación entre el tenor de sílice y la DIVMS, con alto R^2 y distribución homogénea de los residuos. Se concluye que hubo marcado efecto de la edad de rebrote en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca del clon, siendo el incremento del tenor de sílice el que mejor explicó la disminución de la DIVMS con la edad de rebrote del clon. Se recomienda utilizar la ecuación de regresión establecida en este trabajo, como una herramienta útil para constituir estrategias de manejo más eficientes en la alimentación animal.

Palabras clave: *edad de rebrote, digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), sílice, NIRS, Pennisetum purpureum vc. CUBA CT- 115*

El desarrollo de una pared celular rígida, de formas complejas y arreglos de microfibrillas de celulosa y hemicelulosas, es una forma importante de adaptación de las plantas terrestres que les permite un arreglo multicelular vertical, resistente al estrés aéreo (González 2005). El desarrollo adicional, con engrosamientos de la pared secundaria en ciertas células, así como los enlaces cruzados de los polisacáridos estructurales con depósitos de lignina, provee el incremento de su fuerza y se considera un paso más en el proceso evolutivo (Paciullo 2002 y Barbi 2006). Este desarrollo, fundamental para el funcionamiento efectivo de la planta, es la característica que más limita la disponibilidad de energía para los rumiantes (Kirby *et al.* 2004) y constituye uno de los principales problemas que se presentan en su alimentación, cuando incluye pastos y forrajes, particularmente a medida que aumenta la edad de la planta. Con este avance, disminuye su valor nutritivo, se dificulta la utilización eficiente de los nutrientes presentes en la planta y por consiguiente, disminuye la productividad animal (Jung 2000).

Pennisetum purpureum vc. CUBA CT- 115 es uno de los pastos que más se propaga en Cuba, actualmente existen más de 30 000 ha de tierra sembradas con este clon. Si se considera que la tecnología cubana establece su utilización como banco de biomasa, con tiempo de reposo en el campo de 120 a 140 d, para utilizarse en el pastoreo durante la seca (Martínez y Herrera 2006), es necesario conocer la influencia de la edad en la digestibilidad de la materia seca del forraje. Este aspecto constituirá una herramienta útil, para lograr el uso y el manejo adecuado de este clon en la alimentación de los rumiantes.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la edad de rebrote en la digestibilidad *in vitro* de la

materia seca de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115.

Materiales y Métodos

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

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

La siembra de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115 se efectuó el 5 de junio de 2003, en parcelas de 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, a 20 cm del suelo. No se empleó riego ni fertilización. Una vez realizado el corte, se efectuaron muestreos del material vegetal a los 28, 56, 84, 112 y 140 d, respectivamente.

Después de desechar los efectos de borde, se cortaron 100 plantas al azar por tratamiento y réplica, para los estudios de composición química. El corte se realizó a 20 cm del suelo, de forma manual, con la utilización de machete. Las muestras se secaron en estufa de circulación de aire, a temperaturas de 100 °C durante una hora y de 60 °C, hasta alcanzar peso constante (durante 72 h, aproximadamente), según 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 que se realizaron los análisis químicos.

Análisis químicos. Los análisis de MS, PB, FDN, FDA, celulosa, hemicelulosas, lignina y digestibilidad se realizaron en el rango 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 sílice se determinó según AOAC (1995).

Todos los análisis químicos se realizaron por duplicado, por tratamiento y réplica.

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. Se realizó una matriz de correlación, entre la DIVMS y los componentes de la pared celular, mediante la correlación de Pearson. Al demostrarse la existencia de autocorrelación entre los indicadores, se ejecutó un análisis de regresión múltiple entre ellos, mediante el método descendente.

Resultados y Discusión

Se comprobó marcada influencia de la edad en la DIVMS del CUBA CT- 115. Se ajustó una ecuación de regresión cuadrática entre ambos (figura 1). El rango de valores disminuyó ($P < 0.001$) desde 67.94, a los 28 d, hasta 59.93 %, a los 140 d de rebrote.

La disminución con la edad de la DIVMS del Cuba CT-115 pudiera relacionarse con el aumento de la concentración de los componentes de la pared celular del clon, a medida que avanza la edad de rebrote (Valenciaga 2007). Esto proporciona mayor formación de enlaces covalentes de la lignina con los carbohidratos estructurales de la pared celular y limita la digestión, ya que las asociaciones lignina-hemicelulosas dificultan el acceso, así como el adecuado acoplamiento de las enzimas microbianas con los sustratos específicos (Capanema *et al.* 2005).

En este trabajo hubo alta correlación de la DIVMS con los componentes de la pared celular del clon, excepto con las hemicelulosas (tabla 1). Sin embargo, se evidenció autocorrelación entre todos los indicadores correlacionados (tabla 1), por lo que fue necesario realizar el análisis de regresión múltiple, para precisar estas relaciones y conocer cuál de estos indicadores explicaba mejor el comportamiento de la DIVMS con la edad de rebrote.

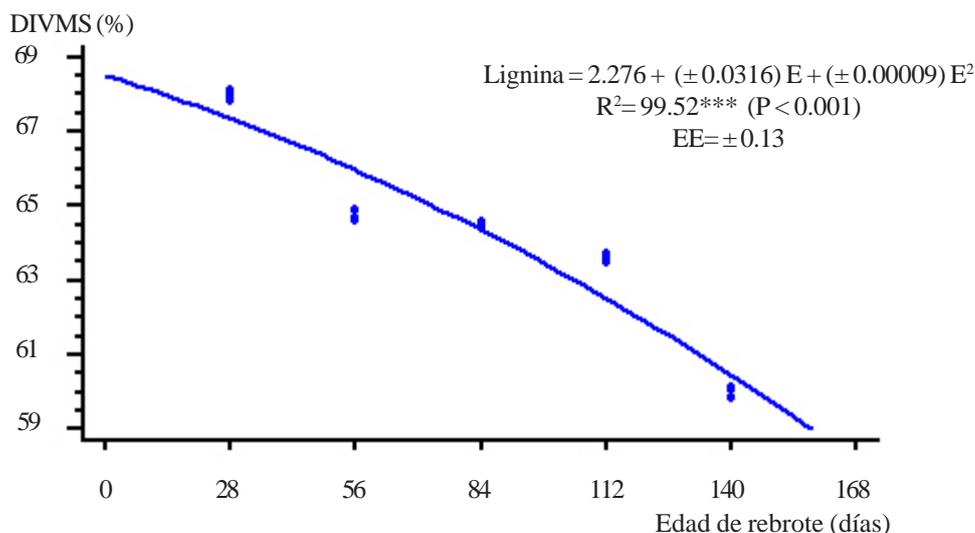


Figura 1. Efecto de la edad de rebrote en la DIVMS de *Pennisetum purpureum* vc. CUBACT-115

Tabla 1. Matriz de correlación entre la DIVMS y los componentes de la pared celular de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT- 115

	FDN	FDA	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina	Sílice
FDN						
FDA	0.94***					
Celulosa	0.93***	1.00				
Hemicelulosa	0.65	0.38	0.36			
Lignina	0.96***	1.00***	0.99***	0.43		
Sílice	0.97***	0.99***	0.99***	0.49	0.99***	
DIVMS	-0.96***	-0.96***	-0.95***	-0.53	-0.95***	-0.98***

*** $P < 0.001$

De acuerdo con el método descendente, la disminución de la DIVMS con la edad del clon estuvo muy relacionada con el incremento del tenor de sílice. Se ajustó la siguiente ecuación de regresión:

$$\text{DIVMS} = 70.48 - 7.92 (\pm 0.51) \text{ sílice}$$

($R^2 = 0.94^{***}$ y Error de la estimación = ± 0.66).
 $*** P < 0.001$

Los residuos (figura 2) tuvieron una distribución homogénea y reafirman la calidad y el buen ajuste de la ecuación anterior.

dactylon vc. Coast cross 1 con los indicadores químicos. Este autor logró ecuaciones con altos coeficientes de determinación, que relacionaron la digestibilidad con la PB, y la edad y la digestibilidad con la FDA y la edad. Sin embargo, después de estos primeros intentos, en la literatura no se continuaron estudios de este tipo, particularmente con especies tropicales. En esta investigación se retomaron los primeros trabajos y se estableció la ecuación de regresión, que explica la relación entre los componentes de la pared celular y la

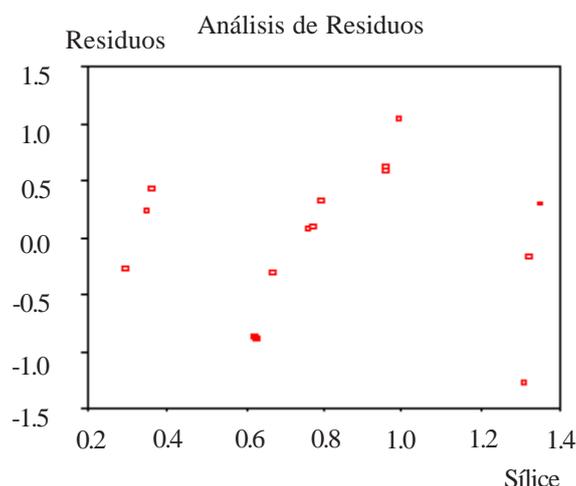


Figura 2. Análisis de los residuos de la regresión entre la DIVMS y el sílice de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA-115

Este resultado pudiera relacionarse con que el hecho de que en la literatura no exista un consenso, con respecto al efecto del sílice en la digestibilidad de los forrajes, debido principalmente a que al aumentar la edad de las plantas no solo se incrementa el tenor de sílice, sino también el de los constituyentes de las paredes celulares, fundamentalmente la lignina. Existe el consenso generalizado de que la lignificación de la planta es el principal obstáculo en la degradación ruminal de los forrajes. Sin embargo, Silva *et al.* (2005) demostraron que el sílice puede formar, unido a la cutina, una camada indigestible sobre los tejidos potencialmente degradables (parénquima, colénquima y esclerénquima) y constituir una barrera fuerte, que impide la necesaria colonización de los tejidos vegetales por parte de las bacterias del rumen, con la consiguiente disminución de su digestibilidad.

Además, Cherney (2000) demostró que en los materiales forrajeros, por cada unidad de incremento del tenor de sílice, puede producirse disminución de hasta 3 % de la digestibilidad *in vitro* de la MS, principalmente por la disminución de la digestibilidad de los polisacáridos de la pared celular y por la inaccesibilidad que provoca el sílice a los microorganismos ruminales para su colonización.

Este es un resultado novedoso, ya que Herrera (1981) realizó los primeros intentos para establecer ecuaciones múltiples que relacionaron la digestibilidad de *Cynodon*

DIVMS, con alto R^2 y distribución homogénea de los residuos. Esta ecuación demostró que el tenor de sílice es el que mejor explica la disminución de la DIVMS con la edad del clon en estudio. Además, constituye una herramienta útil para establecer estrategias de manejo de este clon, que resulten más eficientes para la alimentación animal.

Se concluye que hubo marcado efecto de la edad de rebrote en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115. El incremento del tenor de sílice fue el indicador que mejor explicó la disminución de la DIVMS con la edad de rebrote del clon. Se recomienda utilizar la ecuación de regresión que se estableció en este estudio, como herramienta indispensable para establecer estrategias de manejo de este clon, que resulten más eficientes en la alimentación animal.

Referencias

- 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 Maestría en Zootecnia. Escuela de Veterinaria. UFMG. Brasil. 68 pp.
- Capanema, E.A., Balakshin, M.Y. & Dadla, J.F. 2005. A comprehensive approach for quantitative lignin characterization by NMR spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.* 52:1850

- Cherney, D.I.R. 2000. Characterization of forages by chemical analysis. En: Forage evaluation in ruminant nutrition. Givens, D.J., Owen, E, Axford, R.E.F.(Eds.) CAB International.UK. p 500
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test Biometrics 11:1
- 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 celular.htm](http://www.Biología.edu.ar/botánica/7.3_pared_cellular.htm)> [Consultado: 5 de agosto de 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. 1981. Influencia del fertilizante nitrogenado y la edad de rebrote en la calidad del pasto bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* vc. coast cross1). Tesis Dr. Cs. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 145pp
- 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
- Jung, H.J. 2000. Lignification of Switchgrass (*Panicum virgatum*) and Big Bluestem (*Andropogon gerardii*) plant parts during maturation and its effect on fibre degradability. J. Sci. Food Agric. 79:169
- Kirby, J., Aurilio, V., Mc Crae, S.J., Martín, J.C. & Flint, H.J. 2004. Plant cell wall degrading enzyme complexes from the cellulolytic rumen bacterium *Ruminococcus flavefaciens*. Biochem. Soc. Trans. 26:169
- 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. Ed. Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba. p. 221
- Paciullo, D.S.C. 2002. Características anatómicas relacionadas con el valor nutritivo de las gramíneas forrajeras. Ciencia Rural 32:103
- 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
- Valenciaga, D. 2007. Caracterización química y estructural de las paredes celulares de *Pennisetum purpureum* vc. CUBACT-115 y su degradabilidad ruminal en búfalos de río (*Bubalis bubalus*). Tesis Dr. La Habana, Cuba. p. 110
- Visauta, B. 1998. SPSS para Windows. Estadística multivariada. Vol. II. Mc Graw Hill/Interamerica de España. Sav. p. 358

Recibido: 7 de julio de 2008.