

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Tasa de pasaje ruminal de la materia seca y orgánica de variedades de *Cenchrus purpureus*

Ledea-Rodríguez, J. L.,^{1*} La O-León, O;² González-García, H.³

Recibido 14 septiembre, versión corregida, 11 noviembre, aceptado 14 noviembre 2017.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio para evaluar la variabilidad de la degradabilidad efectiva ruminal (DER) *in situ* de la materia seca (MS) y orgánica (MO) de hojas, tallos y planta íntegra de variedades de *C. purpureus* a cuatro edades de rebrote. Para la DER de la MS, la menor varianza, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV) se obtuvieron a los 100 días en hojas y tallos (en la MO fue a 80 días) y 80 días para la planta íntegra (en la MO fue de 120 días). Los rangos mínimos de DER coincidieron a los 120 días para todas las fracciones, los rangos máximos correspondieron a la edad de 80 días en hojas, 60 días en tallos, 100 días para la planta íntegra. Las variedades CT-603 y CT-605 presentaron la mayor DER. Se concluye que la edad de rebrote afecta la DER de la MS y MO en las condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto, se recomienda utilizar las plantas entre 80 y 100 días de rebrote.

Palabras clave: Gramíneas tropicales; *Cenchrus purpureus*; Degradabilidad, *Pennisetum purpureum*

1 Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Estación Experimental de Pastos y Forrajes. Bayamo, Granma, Cuba.

2 Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas, Cuba.

3 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

* Autor para correspondencia: ledea1017@gmail.com Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov". Estación Experimental de Pastos y Forrajes. km 10½, Carretera Bayamo-Tunas. Bayamo, Granma, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Los constituyentes químicos son susceptibles al incremento de la edad de la planta y a la combinación de los factores edáficos y climáticos (Ramírez, 2010; Álvarez *et al.*, 2013 y Ledea, 2016). Estos factores influyen de manera positiva para que se estimulen las relaciones e interrelaciones entre los constituyentes de la pared celular que limitan la digestibilidad e incrementan el tiempo de retención.

Esta es una temática que ha sido extensamente estudiada, posibilitando que se identifiquen anatómica y taxonómicamente individuos que poseen mayores limitantes, dentro de los que se encuentran las gramíneas tropicales.

Sin embargo, se deben esperar cambios anatómicos y químicos que se reflejen en las características de las partículas y que se afecte la DER, principalmente cuando estas plantas crecen en ecosistemas frágiles y degradados, además, si se utilizan en diferentes edades de rebrote (Valenciaga, 2007; Ramírez, 2010) y épocas climáticas.

Con el fin de minimizar este efecto del clima, se inicia en Cuba la aplicación de técnicas biotecnológicas (Martínez *et al.*, 1989) y el uso de mutágenos físicos (Herrera *et al.*, 1991) para la obtención de clones de *Cenchrus purpureus* con tolerancia a la sequía, salinidad y ambas condiciones estresantes (denominados mixtos), con el fin de garantizar para la estación de bajas precipitaciones una abundante fuente de biomasa, capaz de nutrir al ganado rumiante principalmente.

Posteriormente, Herrera (2000) realizó la caracterización molecular del ADN de estas plantas mediante la determinación electroforética de más de cinco sistemas isoenzimáticos y demostró que eran variedades. Se reafirmó al mantenerse sus características iniciales por más de cinco generaciones.

Las nuevas variedades tolerantes a la sequía se evaluaron desde el punto de vista agronómico en el Valle del Cauto (Fernández *et al.*, 2015, Ray *et al.*, 2016 y Cruz 2017), en ecosistemas frágiles y degradados por la intensa sequía estacional. En este estudio se desatacaron las variedades CT-601, CT-603 y CT-605, respecto a su progenitor (CUBA CT-115), aún no se posee información nutritiva de las nuevas variedades en las condiciones del Valle del Cauto.

Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar la variabilidad de los indicadores de la

DER *in situ* de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* en diferentes estados fenológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Las muestras (300 g) se tomaron de parcelas establecidas siete años atrás en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov” de la provincia Granma, Cuba, mientras que el estudio de DER *in situ* se desarrolló en el laboratorio de rumiantes del Instituto de Ciencia Animal (ICA). Para el establecimiento de las parcelas, las semillas fueron proporcionadas por el departamento de Pastos y Forrajes del ICA. Para el estudio se emplearon las nuevas variedades CT-601, CT-603 y CT-605 obtenidas por cultivos de tejidos con tolerancia a la sequía.

Análisis de la información

Para la evaluación de la DER *in situ* se utilizaron dos vacas criollas equipadas con cánula en el rumen de 450 ± 10 Kg de peso vivo, las cuales fueron alimentadas con forraje (*C. purpureus*) de manera *ad libitum* y suplementadas con 2 kg/día de alimento concentrado, el agua y las sales minerales estuvieron disponibles durante todo el día. Los tratamientos, consistentes en la interacción variedad (3) con edad de rebrote (4), fueron dispuestos en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, como bloques se consideraron los bastones que sujetaron las bolsas dentro del rumen y las repeticiones consistieron en las bolsas replicadas para cada horario de muestreo.

La DRE de la MS y MO se calculó según la recomendación de Kristensen *et al.* (1982) y se asumió el valor de la constante ruminal (k) 0.044%/h (NRC, 1989), con el siguiente modelo:

$$DRE = N_0 + \sum_{i=1}^n [(N_{t_{i+1}} - N_{t_i}) * e^{-kt} + e^{-kt} N_{t_{i+1}}] / 2$$

Donde:

N_0 : nutriente soluble, determinado por el lavado, g/g de nutriente original

t: tiempo, h

N_t : nutriente degradado, incluyendo el soluble a tiempo t, g/g nutriente original

i: número de incubaciones (Kristensen *et al.*, 1982)

Para el procesamiento estadístico se utilizó el paquete de análisis Statgraphics Centurion versión XVII (Statgraphics, 2014) y se calculó la media, varianza, DE, CV y rango de valores.

Procedimiento experimental

Las muestras se colectaron de parcelas con dimensiones de 10x20 (200 m²), con surcos de 10 m de longitud, a un metro entre sí y 0.70 m entre plantas. Paralelo a las tomas de muestras se desarrolló un estudio relacionado con el comportamiento agronómico, y durante el corte de establecimiento las plantas se fertilizaron con MO de origen bovino a razón de 25 t/MO/Ha.

De este estudio se aprovechó el diseño experimental para la aleatorización y representatividad de las muestras. Cada edad a evaluar (60, 80, 100 y 120 días) se hizo coincidir con un surco de forma intercalada, y a cada surco al que le correspondía una edad de evaluación se fraccionó en subparcelas de 4.50 m lineales, para un total de cuatro repeticiones para cada edad de rebrote. También se consideró la eliminación del efecto de borde, consistente en un metro al comienzo y final del surco.

De cada repetición se tomaron cinco plantas en cada edad de rebrote, para un total de cuatro muestreos para los 60 días, tres para 80 y 100 días y dos muestreos para 120 días, en cada muestreo se tomaron 300 gr en base verde de cada fracción botánica (hojas, tallos y planta íntegra), estas fueron separadas con tijera de acero inoxidable, se homogenizaron y se tomó una muestra única de 300 gr, esta fue secada en una estufa de aire forzado⁴ a 100 °C durante una hora y luego a 60 °C hasta peso constante según la metodología propuesta por Herrera (2003). Posteriormente fueron introducidas en un molino con un tamaño de criba de 2 mm para reducir el tamaño de partícula, las muestras molidas de cada fracción botánica fueron homogenizadas para conformar una muestra única y así determinar la DER de la MO y MS mediante la técnica *in sacco*.

Mediciones de degradabilidad ruminal *in situ*

Las bolsas fueron incubadas en las vacas criollas a través de la fistula ruminal; estas promediaron dimensiones de 14.0 cm de largo x 8.5 cm de ancho, 48 µm de porosidad y 1044 poros/cm², en las cuales se introdujeron 5 g de la muestra con un tamaño

de partícula de 2 mm. Las bolsas fueron lavadas y secadas en estufa⁵ a 60 °C. Una vez secas, se registró el número de cada una y el peso utilizando una balanza analítica⁶ de 0.001 gr de precisión. Estas se agruparon por órgano de la planta, para introducirlas en el rumen y se duplicaron para cada horario de muestreo y animal, se fermentaron en orden las muestras de hojas, de tallos, y por último la de planta íntegra, con intervalos de siete días de descanso para los animales entre cada determinación.

Las bolsas se introdujeron para la fermentación ruminal y se extrajeron a las 0, 4, 6, 8, 12, 24, 48 y 72 horas. Cada una se lavó a mano con agua corriente hasta que el agua salió transparente una vez extraídas del rumen; posteriormente se depositaron en bandejas de aluminio y se secaron en una estufa a 60 °C durante 72 horas, luego se transfirieron a un desecador durante 30 minutos y se procedió al pesado. La diferencia entre el peso inicial y el peso del residuo después de la incubación ruminal se utilizó para determinar la MS degradada, la solubilidad a la hora cero se obtuvo al incubar dos bolsas con cada alimento en rumen durante 15 minutos y después se trataron igual que al resto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontró interacción significativa ($P < 0.05$) de las variedades con la edad de rebrote, para la DER de la MS y MO. El análisis de la tasa de velocidad de pasaje ruminal de la MS en función de la edad de rebrote en tres fracciones botánicas de *C. purpureus* se presenta en el Cuadro 1. La menor varianza, DE y CV se obtuvieron para la edad de 100 días en hojas y tallos, mientras que para la planta íntegra este comportamiento se obtuvo para los 80 días de edad. Esto está relacionado con la estructuración o tamaño de las partículas. Pérez-Infante (2013) planteó que las características de las partículas de las gramíneas se iban a caracterizar según el origen de ellas, aunque iban a presentar, como característica distintiva, ser alargadas y con largas hebras de fibras que iban a influir negativamente en la degradabilidad de los compuestos estructurales.

El resultado obtenido para los 100 días en hojas y tallos, indica que el tamaño de las partículas para esta edad va a ser uniforme, reflejándose en bajos valores de los estadígrafos de dispersión. Mientras que la varianza, en comparación con las edades de

4 Marca MEMMERT.

5 Marca BINDER.

6 Marca SARTORIUS.

60 y 80 días tuvieron gran variabilidad, indicando que el porcentaje de degradación en función del tiempo permaneció uniforme, tanto en hojas como en tallos, comportamiento que sugiere un tamaño uniforme de las partículas que permitió una colonización y degradación del sustrato similar.

La reducción del tamaño de partícula para la edad en consideración será uniforme, propiciando el vaciado del rumen de manera análoga cuando se alcance las dimensiones necesarias para pasar al retículo (1 mm), sin embargo, el valor medio del porcentaje de degradación sugiere partículas de gran tamaño con promedios de degradación de 28.2 y 23.9 %/hora, y gravedad específica superior a 1.1 y 1.4 g/mL, referido por Pérez-Infante (2013) como el peso que le permite afondar y llegar al abomaso, pasando de la fase sólida del rumen a la fase líquida, donde la acción microbiana es mayor.

Por las características estructurales de las partículas de las gramíneas, estas retienen burbujas de aire que les impide estar en la parte ventral del rumen y por ende están largos periodos de tiempo en la digesta, manteniendo así, un tiempo de retención alto en el rumen con bajos niveles de aprovechamiento energético, y por lo tanto un prolongado intervalo entre consumo de alimento, estos resultados (Cuadro 1) coinciden con los reportados por La O *et al.*, (2009) en *Cordia alva* (Jacq) en el oriente de Cuba, aunque la limitante en esta planta, según estos autores, fueron los compuestos secundarios que actuaron como barrera limitante de la degradabilidad ruminal y no el tamaño de la partícula.

Con respecto a la planta íntegra (Cuadro 1), el comportamiento a los 80 días de baja varianza y de un acortamiento entre el intervalo mínimo y máximo obedece a las transformaciones morfológicas relacionadas con el crecimiento y estructuración de las plantas, según Valenciaga (2007) y Ramírez (2010) en dependencia de la prevalencia de hojas con respecto a los tallos, será la degradación en el rumen, y esto posee relación directa con las características intrínsecas de las partículas de cada órgano a degradar por parte de los microorganismos ruminales.

Para la amplitud del rango máximo (30.7 a 45.5) coincidieron para 100 días de edad en hojas y planta íntegra, 60 días para los tallos, mientras que los rangos mínimos correspondieron a las edades de 120 días de forma general.

Este es un resultado esperado, ya que las características de las células y sus constituyentes para

cada órgano, definen el grado de aprovechamiento por parte de los microorganismos ruminales, para la edad en que se vieron favorecidas las hojas y la planta íntegra sugiere que el nivel de fibra contenido en ellas no limitó transversalmente la degradación de las partículas.

Ledeá (2016) obtuvo en estas variedades porcentajes de fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) que estuvieron entre 60 a 70 %, Pérez-Infante (2013) refirió que cuando los niveles de fibra son del 60 % se afecta significativamente la degradabilidad ruminal, lo cual pudo interferir en los valores de rango máximos que no superaron el 50 % en ninguna de las edades ni fracciones evaluados.

Los valores medios para planta íntegra superaron los obtenidos por La O *et al.* (2012) cuando evaluaron variedades de *Tithonia diversifolia*, la depresión en la DER en dicho forraje la relacionaron con la existencia de compuesto secundarios que disminuyeron la acción microbiana en el rumen. Por otro lado, resultaron inferiores a los obtenidos por Cárdenas *et al.* (2016) al evaluar hojas y peciolo de *Erythrina falcata*, esta diferencia se debe según Pérez-Infante (2013), a la morfología de las partículas resultantes de la masticación, para las leguminosas están son de forma cúbica, lo que le posibilita mayor compactación y por tanto mayor capacidad de ingestión, mientras que la estructuración le condiciona una mayor eficiencia en el accionar de los microorganismos al presentar un patrón reticulado de venas con uniones angulares que constituyen puntos débiles de ruptura. Esto origina partículas cortas y gruesas, en cambio en las gramíneas la distribución de las partículas es de forma sinuosa, que le imprime gran fuerza y resistencia ante la masticación y posterior ruptura.

Por otro lado, los valores medios de porcentajes de degradación en función del tiempo, mostraron para hojas y planta íntegra en la edad de 60 días un comportamiento aceptable (33.6 y 33.4 respectivamente), para los tallos fue a los 80 días, esto es favorable, ya que existe una abundante cantidad de agua y minoría de compuestos estructurales. Sin embargo, se debe resaltar que para el uso de la planta a los 60 días se requieren altos insumos en fertilizantes y normas de riego para garantizar la persistencia del cultivo, que encarecerían significativamente el producto final, desenfocándose el concepto de producción con bajos insumos, para el cual está dirigido este estudio. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos referido por Mupangwa *et al.*

(2003); La O *et al.* (2003a y b) y La O *et al.* (2008) para plantas tropicales.

El efecto de la variedad también tuvo un efecto en la tasa de pasaje ruminal al igual que lo tuvo la edad de rebrote. En este caso, se muestran en el Cuadro 2 que las partículas de las hojas del CT-603 y CT-605 son mayormente degradables con respecto al CT-601, sin embargo, fue el CT-603 el que mayor varianza, DE y CV presentó, y en los rangos mínimos y máximos esta variedad se destacó por los valores encontrados en cada rango con respecto al CT-601 y CT-605. Esto le atribuye mayor variabilidad en el tamaño de la partícula y por tanto se facilita la colonización, adhesión y degradación de los compuestos contenidos en esta por parte de la microflora ruminal, mientras que el CT-601, al presentar valores similares al CT-605, se destacó por el bajo porcentaje de degradación, esto sugiere que las características de las paredes celulares de esta variedad van a limitar su degradación por parte de la microflora ruminal.

Las gramíneas poseen partículas inherentemente largas, delgadas y boyantes con baja gravedad funcional específica y en consecuencia el pasaje es más lento (Barahona y Sánchez, 2005), coexistiendo, a su vez, una epidermis ligada a los tejidos internos de las hojas a través de paredes gruesas del esclerénquima a las paredes también gruesas de las haces de la vaina y del tejido vascular para formar una fuente estructura que junto con la cutícula que reviste la epidermis influyen fuerte y negativamente en la degradabilidad. Esto define, por tanto, un patrón predefinido para la degradación y tasa de pasaje ruminal, por lo que se atribuye las diferencias en el comportamiento de la tasa de degradación a características intrínsecas de la planta para hojas y tallos, mientras que para la planta íntegra, se intuye según el criterio de Valenciaga (2007), a que se debe más a la arquitectura y comportamiento agronómico de la planta, que según este autor, influye y define en la degradabilidad de los compuestos estructurales, debido al dinámico crecimiento y con él, las transformaciones histoquímicas que se reflejan en las características anatómicas y químicas de las partículas constituyentes.

Para la degradación de la MO en función de la edad de rebrote y fracción de la planta, se observó en hojas y tallos a la edad de 80 días se presentó menor varianza, DS y CV, mientras que en la planta íntegra este fenómeno se observó para los 120 días de edad (Cuadro 3).

Es bien conocida la evolución de los constituyentes de la pared celular en función de la edad (Valenciaga, 2007; Ramírez, 2010; Fortes, 2014; Verdecia, 2015 y Ledea, 2016), y las relaciones e interrelaciones que se establece entre los constituyentes principales de dicha pared (celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice, FDN y FDA). Mientras que la distribución de los haces vasculares y cerdas de fibra determinan el tamaño y estructuración de las partículas, la forma en que se disponen los constituyentes y la estructuración de las cadenas que los conforman, determinan la accesibilidad de los microorganismos a los compuestos orgánicos (Ledea, 2016).

Sin embargo, se obtuvieron porcentajes de degradación en función del tiempo por encima del 50 %, aprovechamiento que ha sido referido por Barahona y Sánchez (2005), Ramírez *et al.* (2002), Valenciaga (2007), Ramírez (2010), Domínguez *et al.* (2012), Pérez-Infante (2013), Valles de la Mora *et al.* (2016) y Ledea (2016) como límite permisible para las gramíneas tropicales por la estructuración y distribución de los componentes mayoritarios de la pared celular (lignina, celulosa, hemicelulosa y sílice), lo que resulta en valores y comportamientos químicos que le pueden prever a los microorganismos ruminales y al propio animal, las fuentes minerales sobre todo, para la síntesis de enzimas.

La edad no representa una limitante en la degradabilidad de la MO, sin embargo, se recomienda para un mayor aprovechamiento del resto de los componentes, utilizar las hojas y la planta íntegra a la edad de 80 días, para ser usadas en pastoreo y como forraje. Esta alta degradabilidad de la MO en función de la edad, también se reflejó en cada variedad (Cuadro 4), en hojas, tallos y planta íntegra, el comportamiento tanto de los valores medios, como de los estadígrafos de dispersión mostraron un comportamiento similar, indicando que el tamaño de partícula no definió ni alteró la DER.

El hecho que del 30 al 80 % de la MO se encuentra contenida en las paredes celulares y que según Ruíz y De Arriba (1987), de ella solo se degrada del 65 al 67 %, se puede constatar que los resultados reflejados en el Cuadro 4, superan los valores de degradación referidos en la literatura, imprimiéndole un valor que requiere de especial atención por tratarse de una gramínea tropical.

Valenciaga *et al.* (2009), obtuvieron valores superiores en la degradación de la MO, pero estimulado según los autores por un alto contenido de nitrógeno en las hojas, que favoreció el desarrollo de la

microflora bacteriana, ya que según Galindo *et al.* (2014), estas colonizan el bolo alimenticio en los primeros quince minutos después de haber sido ingerido.

Se concluye que la edad de rebrote afecta la DER de la MS y MO en las condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto, siendo las edades entre 80 y 100 días donde se obtuvieron los valores más favorables de degradación en función de la tasa de pasaje ruminal de la MS y MO.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., R. S. Herrera, L. Díaz y A. Noda. (2013). "Influencia de las precipitaciones y la temperatura en la producción de biomasa de clones de *Pennisetum purpureum*". *Rev. Cubana de Cienc. Agríc.* 47: 413-417.
- Arias, R. C. (2012). "Frecuencias de corte en cultivares promisorios de *Pennisetum purpureum* resistentes a la sequía con riego y fertilización orgánica". Tesis Maestría. *Universidad de Granma, Cuba*. p. 77-93
- Barahona, R. R. y P. S. Sánchez. (2005). "Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla". *Rev. CORPOICA*. 6: 69-82.
- Cárdenas, L., J. L. Bautista, J. L. Zegarra, R. Ramos, E. O. Gómez y J. S. Barreto. (2016). "Degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda de las hojas y peciolo del Pisonay (*Erythrina falcata*)". *Rev. Inv. Vet. Perú*, 27: 39-44.
- Corona, M., L. Carballo, Y. Arteaga, M. Cáceres e Y. Hernández. (2007). "Componentes Químicos de la Madera". La Habana. Ed. Félix Varela, pp 370.
- Cruz, J. M., J. V. Ray, J. L. Ledea y R. C. Arias. (2017). "Establecimiento de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* en un ecosistema frágil del Valle del Cauto, Granma". *Rev. Prod. Anim.* 3: 29-35.
- Díaz, D. (2007). "Evaluación agronómica de nuevas variedades *Pennisetum purpureum* en condiciones de sequía del Valle del Cauto". Tesis Maestría. *Universidad de Matanzas, Cuba*.
- Domínguez, G. T., G. R. Ramírez, E. A. Estrada y M. L. Scott. (2012). "Importancia nutrimental en plantas forrajeras del matorral espinoso tamaulipeco". *Rev. Ciencia UANL*. 15: 77-93.
- Fernández, M. J., I. M. Viamonte, N. Fonseca y A. Ramírez. (2015). "Evaluación de dos cultivares de *Pennisetum purpureum* tolerantes a la sequía en la región de Cauto Cristo, Granma, Cuba". *Rev. Ciencia y Tecnología Ganadera*. 9: 23-29.
- Fortes, D. (2014). "Comportamiento de algunos indicadores morfofisiológicos y de calidad de *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa". Disertación Doctoral. *Instituto de Ciencia Animal, Cuba*.
- Galindo, J., N. González, Y. Marrero y A. Sosa. (2014). "Efecto del follaje de plantas tropicales en el control de la producción de metano y la población de protozoos ruminales *in vitro*". *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 48: 359-364.
- Herrera, R. S. (2003). "Principios básicos de fisiología, métodos de muestreo y la calidad de los pastos. En: Fisiología, establecimiento y producción de biomasa de pastos, forrajes y otras especies para la ganadería tropical". *Instituto de Ciencia Animal-Centro de Desarrollo Tecnológico "La Noria"*. México. pp 27.
- Herrera, R. S. (2000). "Obtención de plántulas de *Pennisetum purpureum* con resistencia a la sequía y salinidad". Informe Final de Proyecto, No. 300083, La Habana, Cuba: *CITMA-ICA*.
- Herrera, R. S., R. Cruz, R. O. Martínez y E. Padrón. (1991). "Aplicación de las Técnicas Nucleares para la Obtención de Mutantes en Pastos y Forrajes en Cuba. En: Plant Mutation Breeding for Crop Improvement". Vol. 1.p. 505. *IAEA, Viena*.
- Kristensen, E. S., P. D. Moller y T. Hvelplund. (1982). "Estimation of the effective protein degradability in the rumen of cows using the nylon bag technique combined with the outflow rate". *Acta Agric. Escandinavica* 32: 123.
- La O, O., H. González, A. Orozco, Y. Castillo, O. Ruiz, A. Estrada, F. Ríos, E. Gutiérrez, H. Bernal, D. Valenciaga, I. Castro e Y. Hernández Y. (2012). "Composición química, degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes". *Rev. Cubana. Cienc. Agríc.* 46: 47-53.
- La O, O., M. A. Solís, O. Ruiz, H. González, Y. Castillo, E., Gutiérrez, A. Muro, C. Arzola, C. Rodríguez y J. G. Cairo. (2009). "Potencial fermentativo *in vitro* y degradabilidad ruminal *in situ* de materia seca y materia orgánica de Uvita, *Cordia alba* (Jacq), en ecosistemas del oriente de Cuba". *Rev. Cubana. Cienc. Agríc.* 43: 39-44.

- La O, O., B. Chongo, D. Delgado, T. E. Ruiz, D. Valenciaga y A. Oramas. (2003a). "Composición química y degradabilidad ruminal de leguminosas de importancia para la alimentación animal". *II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes*. San José de las Lajas. La Habana, Cuba.
- La O, O., B. Chongo, D. Delgado, D. Valenciaga, Y. Rodríguez, I. Scull, T. E. Ruiz y A. Oramas. (2003b). "Influence of polyethyleneglycol-3500 on the ruminal degradability of *Leucaena leucocephala* cv. CIAT-7929". *Cuban J. Agric. Sci.* 37: 271-278.
- La O, O., D. Valenciaga, T. E. Ruiz, O. Ruiz, Y. Castillo, H. González, C. Rodríguez, D. Alfonso, B. Chongo, C. Arzola y J. Cairo. (2008). "Efecto de la edad de corte en la capacidad fermentativa *in vitro* y la dinámica de degradación ruminal *in situ* de materia seca de *Tithonia diversifolia*". *Zoot. Trop.* 26: 243-247.
- Lezcano, O. y R. González. 2000. Manual para la Evaluación de Alimentos de Consumo Animal. *La Habana, Cuba: EDICA*, 88 p.
- Ledeá, J. L. (2016). "Caracterización de la composición químico-nutritiva de nuevas variedades de *Cenchrus purpureus* en condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto". Tesis Maestría. *Universidad de Granma. Cuba*.
- Martínez, R. O., R. Cruz, R. S. Herrera, M. Monzote y V. Torres. (1989). "Evaluation of King grass clones from tissue culture. II Agronomical selection and evaluation of mutants". *XVI Int. Grasld. Congr. Francia*. E-47.
- Mupangwa, J. F., N. T. Nogongoni y H. Harmidikuwanda. (2003). "The effect of stage of growth and method of drying fresh herbage on *in sacco* dry matter degradability of three tropical forage legumes". *Liv. Res. Rural Dev.* 15. <http://www.lrrd.org/lrrd15/2/mupa152.htm>.
- Natsuki-Kasaya K., X. U. Qin, K. Yoshinao, F. Kiyohasu, E. Osamu e Y. Kenji. (2008). "Cell wall degradation of tropical and temperate forage measured by nylon bag and *in vitro* digestion technique". *Anim. Sci J.* 79: 200-209.
- National Research Council (NRC). 1989. "Nutrient Requirements of Beef Cattle" Sixth Rev. Ed. *National Academy Press, Washington, D. C.*
- Pérez-Infante, F. (2013). "Ganadería Eficiente". Editorial: *Asociación Cubana de Producción Animal. La Habana, Cuba*. 434 p., ISBN: 978-959-307-045-4.
- Ray, J. V., Herrera, R. S., Benítez, D. G., Díaz, D., Arias, R. C. (2016). "Multivariate analysis of the agronomic performance and forage quality of new clones of *Pennisetum purpureum* drought tolerant in Valle del Cauto, Cuba". *Cuban J. Agric. Sci.* 50: 639-648.
- Ramírez, R., R. G. Ramírez y F. López. (2002). "Factores estructurales de la pared celular que afectan su digestibilidad". *CIENCIA UANL* 5: 180-189.
- Ramírez, J. L. (2010). "Rendimiento y calidad de cinco gramíneas en el Valle del Cauto". Disertación Doctoral. *Instituto de Ciencia Animal. Mayabeque. Cuba*.
- Ruiz, R. y J. De Arriba. (1987). "Digestión Ruminal de Carbohidratos y Absorción de AGV. En: Bioquímica Nutricional. Tomo I". La Habana. pp. 143-177.
- StatPoint Technologies 2014. StatgraphicsCenturion. (ser. Centurion), version XVII, [Windows], Disponible en: <http://www.statgraphics.com/download-statgraphics-centurion-xvii>.
- Valenciaga, D. (2007). "Caracterización química y estructural de las paredes celulares de *Pennisetum purpureum* cv. CUBA CT-115 y su digestibilidad ruminal en búfalos de río (*Bubalis bubalus*)". Disertación Doctoral. *Instituto de Ciencia Animal, Mayabeque, Cuba*.
- Valenciaga, D., B. Chongo, R. S. Herrera, V. Torres, A. Oramas y M. Herrera. (2009). "Effect of regrowth age on *in vitro* dry matter digestibility of *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115". *Cuban J. Agric. Sci.* 43: 79-82.
- Valles de la Mora, B., E. Castillo y H. Bernal. (2016). "Yield, and ruminal dry matter and energy degradability of ten tropical grasses harvested at four ages". *Rev. Mex. Ciencias Pecuarias* 7: 141-158.
- Verdecia, M. D. (2015). "Calidad nutritiva de árboles, arbustos y leguminosas volubles, con énfasis en su contenido de metabolitos secundarios". Disertación Doctoral. *Instituto de Ciencia Animal. Cuba*.

Cuadro 1. Estadígrafos de la tasa de velocidad de pasaje ruminal (k=0.044) de la materia seca de hojas, tallo y planta íntegra para cada edad de rebrote

Edad	Media, %/h	Varianza	DS	CV, %	Rango		±EE
					Mínimo	Máximo	
Hojas							
60	33.6	33.9	5.9	17.3	27.4	37.8	3.3
80	32.4	89	9.4	29.1	25.4	43.1	5.4
100	28.2	13.7	3.7	13.1	24	30.4	2.1
120	29.4	119	10.9	37.1	17	37.5	6.3
Tallos							
60	33.1	22.9	4.8	14.4	28.6	38.1	2.7
80	35.1	4.14	2.03	5.8	33.4	37.1	1.1
100	23.9	0.7	0.9	3.6	23.4	24.9	1.5
120	18.3	1.2	1.1	6.1	17.1	19.2	1.6
Planta Íntegra							
60	33.4	46.41	6.8	20.1	26.1	38.9	3.9
80	31	7.77	2.8	9	27.7	32.8	1.6
100	32.6	125.5	11.2	34.3	25.8	45.5	6.4
120	28.5	10.3	3.2	11.3	24.7	30.7	1.8

Cuadro 2. Estadígrafos de la tasa de velocidad de pasaje ruminal (k=0.044) de la materia seca de hojas, tallo y planta íntegra para cada variedad

Variedad	Media, %/h	Varianza	DS	CV, %	Rango		±EE
					Mínimo	Máximo	
Hojas							
601	29.2	33.7	5.8	19.8	24	37.5	2.9
603	31.6	122.9	11	34.9	17	43.1	5.5
605	31.8	27.5	5.2	16.4	25.4	37.8	2.6
Tallos							
601	35.6	13.5	3.6	10.1	33	38.1	2.5
603	32.7	36.1	6	18.3	28.6	37.1	4.2
605	33.9	3.3	1.8	5.3	32.6	35.2	1.2
Planta Íntegra							
601	11.4	3.4	12.3	27.4	24.8	32.4	1.6
603	45.8	6.8	18.7	36.2	30	45.5	3.3
605	32.7	5.7	18.6	30.7	25.9	38.7	2.8

Cuadro 3. Estadígrafos de la tasa de velocidad de pasaje ruminal (k=0.044) de la materia orgánica de hojas, tallo y planta íntegra para cada edad de rebrote

Edad	Media, %/h	Varianza	DS	CV,%	Rango		±EE
					Mínimo	Máximo	
Hojas							
60	73.2	3.17	1.7	2.4	71.2	74.7	1.02
80	71.3	7.7	2.7	3.9	68.1	73.3	1.6
100	59.9	239.1	15	25.7	42.2	70.8	4.6
120	71.5	4.8	2.2	3.0	69.8	74	1.2
Tallos							
60	78.9	2.0	1.4	1.8	77.9	80.6	0.8
80	79.6	0.4	0.6	0.8	78.8	80	0.3
100	20.5	46.6	6.1	32.2	12.9	25.1	2.07
120	18.6	4.9	2.2	11.9	16.1	20.5	1.06
Planta Íntegra							
60	74.7	3.1	1.7	2.3	72.7	76.0	1.02
80	75.0	6.0	2.4	3.2	72.2	76.5	1.4
100	76.2	0.6	0.7	1.0	75.4	77.0	0.4
120	75.4	0.2	0.5	0.6	74.9	75.9	0.3

Cuadro 4. Estadígrafos de la tasa de velocidad de pasaje ruminal (k=0.044) de la materia orgánica de hojas, tallo y planta íntegra para cada variedad

Variedad	Media, %/h	Varianza	DS	CV,%	Rango		±EE
					Mínimo	Máximo	
Hojas							
601	73	2.16	1.4	2.0	70.8	74	0.7
603	72.3	5.8	2.4	3.3	69.8	74.7	1.3
605	70	2.6	1.6	2.3	68.1	71.2	0.9
Tallos							
601	80.3	0.1	0.3	0.4	80.09	80.6	0.2
603	78.9	1.9	1.4	1.7	77.9	77.9	0.9
605	78.5	0.1	0.3	0.4	78.3	78.3	0.2
Planta Íntegra							
601	76.3	0.2	6.4	0.6	75.9	77.01	0.2
603	75.9	0.3	0.5	0.7	75.4	76.5	0.2
605	73.8	2.4	1.5	2.1	72.2	75.4	0.7