

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

# Composición química, digestibilidad ruminal *in situ* y fraccionamiento proteico de *Stylosanthes guianensis*

Orestes La O León<sup>1\*</sup>, Héctor González García<sup>2</sup>, Maribel Celi Vásquez Paucar<sup>3</sup> y Alfredo Estrada Angulo<sup>4</sup>

Recibido 2 octubre 2018, versión revisada 4 de diciembre 2018, aceptado 10 enero 2019

## RESUMEN

Con el propósito de estudiar la composición química, digestión ruminal de MS y el fraccionamiento proteico de *Stylosanthes guianensis*, se tomaron muestras de hojas y pecíolos en estado vegetativo, para ser analizadas en composición (proximal y fibras). Para las fracciones proteínicas se utilizaron varios solventes, mientras que para la digestión ruminal de MS se utilizó el método de las bolsas en rumen. Los contenidos de PC, MO, FDN, EE y DMO encontrados tuvieron valores porcentuales de hasta 20, 92.15, 53.26, 1.85 y 64.75, respectivamente. Para la digestibilidad ruminal *in situ* (incubación de 18 horas), se alcanzó hasta 62 %, mientras que en el fraccionamiento proteico de las proteínas se obtuvieron contenidos de 53.6, 45.5, 48.5 y 48.2 mg x g de proteína verdadera-1, para albúminas, globulinas, prolaminas y glutelinas, en ese orden. Se concluye una correspondencia entre la composición química, fraccionamiento proteico y la degradabilidad ruminal de MS, con valores de MS y MO digestible, que pueden ser beneficiosos para los microorganismos del rumen.

1 Instituto de Ciencia Animal, Cuba.

2 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chihuahua. México.

3 Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí, Ecuador.

4 Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa, México.

\* Autor para correspondencia: Orestes.lao@gmail.com. Instituto de Ciencia Animal, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Apartado Postal 24.

Palabras claves: *Stylosanthes guianensis*, digestibilidad, fraccionamiento proteico, composición química.

## SUMMARY

In order to study the chemical composition, ruminal DM digestion, and the proteinic division of *Stylosanthes guianensis*, samples were taken from leaves and petioles in a vegetative state, to be analyzed in composition (Proximate and fibers method). For the proteinic fractions, several solvents were used, whereas for the ruminal DM digestion the rumen bag method was used. The contents of CP, OM, NDF, EE and OMD found had values of up to 20, 92,15, 53,26, 1,85 and 64,75 %, respectively. For the ruminal *in situ* digestibility (incubation of 18 hours), a value of up to 62 % was reached, while in the protein division of proteins were obtained contents of 53.6, 45.5, 48.5, and 48.2 mg x g of true protein-1, for albumins, globulins, prolamins, and glutelins, in that order. The results indicated a correspondence between the chemical composition, protein fractionation and the rumen degradability of DM, with values of DM and OM digestible, which may be beneficial for the rumen microorganisms.

Key words: *Stylosanthes guianensis*, digestibility, protein fractionation, chemical composition.

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción pecuaria en las regiones tropicales son afectados por el considerable costo de los alimentos concentrados, el limitado valor nutricional de las gramíneas utilizadas como forraje, su baja producción durante los periodos de sequía y también cuando existe lluvia intensa (Meléndez, 2012), resultando en animales que no cubren sus requerimientos nutricionales siendo reducida su productividad en carne o leche. Entre las estrategias que pueden ser utilizadas para completar dichos requerimientos, está el empleo de sistemas de cultivos mixtos, que incluyen dos o más especies de plantas, y al menos uno de los cultivos involucrados favorece la fertilidad natural del suelo (Monzón *et al.*, 2005). Las asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras constituyen una fuente constante de alimento de buena calidad para los rumiantes, son sustentables, incrementan la fertilidad del suelo y su costo es reducido (Cáceres *et al.*, 2006). Se ha detectado un aumento en la concentración de la proteína cruda (PC), del consumo y de la digestibilidad

de la dieta cuando se incorpora una leguminosa en una dieta basada en gramíneas (León-Alamo, 2003).

El uso de las leguminosas puede ser con doble propósito, tanto para la alimentación animal (alta PC), como por el mejoramiento del suelo, en su fertilidad química, física y biológica, por ser fijadoras del nitrógeno (N) atmosférico, disminuir la erosión edáfica e incrementar la biomasa microbiana (Álvarez *et al.*, 2010). Entre ellas, el *Stylosanthes guianensis*, especie nativa de Latinoamérica, ha sido introducida en varios países, representando un cultivo promisorio para el desarrollo de la ganadería en suelos ácidos y poco fértiles (Keoboulapheth y Mikled, 2003). Esta especie presenta un contenido aproximado de PC de 16 % y se usa mayormente en sistemas de pastoreo a corto y largo plazo (Chakraborty, 2004) y ha contribuido a incrementar la producción animal en países como China, India y Australia (Guodao y Chakraborty, 2005; Ramesh *et al.*, 2005).

En Australia, América, Asia y las regiones sur y centro de África, varias especies de *Stylosanthes guianensis* son de importancia comercial (Cameron y Chakraborty, 2004), es comúnmente llamado stylo o alfalfa del Brazil, y se han reportado valores nutricionales para la planta con 90 días de maduración de PC 17.9 %, cenizas 6.8 %, calcio (Ca) 0.74 %, fósforo (P) 0.15 %, extracto etéreo (EE) 4.7 %, fibra detergente neutro (FDN) 48.6 %, fibra detergente ácido (FDA) 37.1 %, Celulosa (27.7 %), Lignina (8.4 %) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) 57 % (Valarini y Possenti, 2006). Sin embargo, a pesar de estas bondades, son pocos los trabajos que refieren los aspectos fisiológicos y la digestión de nutrientes para los rumiantes. El objetivo de este trabajo es estudiar la composición química, digestión ruminal de materia seca (MS) y el fraccionamiento proteínico de *Stylosanthes guianensis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de *Stylosanthes guianensis* se recogieron durante la época de lluvia. Se tomaron al azar de 10 plantas adultas (5 kg por planta), individuales, en estado vegetativo, provenientes de un suelo vertisol de mal drenaje (Hernández *et al.*, 1999), perteneciente a la Estación Experimental de Pastos y Forrajes del Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov de la provincia de Granma, Cuba. Se recolectaron hojas y peciolas (10 kg), siendo homogenizado el material cosechado, del cual se seleccionaron tres muestras de 1 kg para el secado por 48

horas en estufa de aire forzado a 50 °C. Una parte de las muestras se molió a 1 mm para la determinación de la composición química y fraccionamiento proteínico y el resto a un tamaño de partícula de 2.5 mm para la digestibilidad ruminal in situ de MS.

La MS, EE, cenizas, calcio (Ca) y PC se determinaron por AOAC (2010) y el P por un método colorimétrico (Amaral, 1972). La FDN y FDA, lignina y celulosa por Goering y Van Soest (1970) y la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), según Kesting (1977). En el fraccionamiento de las proteínas se usaron diferentes solventes: H<sub>2</sub>O, NaCl 5 %, Etanol 80 % y NaOH 0.2 %, para albúminas (ALB), globulinas (GLB), prolaminas (PRL) y glutelinas (GLT), como describe Valenciaga (1999). A cada fracción en el solvente se le determinó N total por el método Kjeldahl para el cálculo de la concentración de cada componente proteínico.

Para el estudio de digestibilidad in situ de MS, se utilizaron 3 toros mestizos Holstein x Cebú con un peso promedio de 400 ± 6 kg de peso vivo (PV), a los que se les insertaron cánulas plastisol (10 cm de diámetro interno) en la parte dorsal del rumen, mediante procedimiento quirúrgico. Los animales se alojaron en jaulas individuales durante todas las pruebas experimentales y se alimentaron con forraje de gramíneas (Pennisetum CUBA CT-115) ad libitum y 1 kg de una mezcla compuesta por harina de soya 40 %, harina de maíz 45 %, miel final 13 % y sales minerales 2 % en dos raciones de 0.5 kg al día (08.00 am y 03.00 pm) con agua a voluntad. En todos los casos se pesaron 5 g de muestra con un tamaño de partícula de 2.5 mm por cada bolsa de dacrón (14 cm de largo por 8.5 cm de ancho de dimensiones internas y 48 µm de porosidad). Se utilizaron dos bolsas por animal y tiempo de incubación en el rumen de 18 horas. Las bolsas, cuando se retiraron del rumen, se lavaron con agua corriente, hasta lograr la eliminación de la mayor cantidad de residuos y se secaron en estufa de aire forzado a 50 °C.

A todos los indicadores, ya sea de composición química como de degradabilidad ruminal y concentración de proteínas, se les determinaron los estadígrafos de dispersión (desviación estándar) y posición (media). Los datos se procesaron con el paquete de análisis estadístico para microcomputadoras SPSS/ WINDOWS 95 (Visauta, 1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la composición química y digestibilidad in situ de la MS de *Stylosanthes guianensis* (Cuadro 1) los contenidos encontrados tuvieron valores de hasta 20 %, 92.15 %, 53.26 %, 1.85% y 64.75 % para PC, MO, FDN, EE y digestibilidad in vitro de la MO por el método del KOH. Los valores de PC son similares a los encontrados por Koprinski et al. (2008) y Carvajal (2010), muy superiores a los informados por Santana *et al.* (1991), Cáceres et al. (2006), Esperance (1996), Díaz et al. (1997 y 1999) y Díaz (2000) para *Dólicho* (*Lablab purpureus*), y muy inferiores a los hallados por Osorio (2007) en *Stylosanthes* y por Mupangwa *et al.*, (2003), en *Siratro* con diferentes edades de cortes, los que informan valores de hasta 28.2 para PC con un efecto de la semana de corte en la composición química, aspecto que no fue estudiado en este trabajo. Estos valores son superiores a los informados para gramíneas tropicales, lo que sugiere la utilización de estas plantas como suplemento proteico para dieta de rumiantes. Por otra parte, Cook *et al.* (2005), Osorio (2007), Koprinski et al. (2008) y Carvajal (2010) establecen rangos para PC en *Stylosanthes* desde 14 hasta 26 %, valores en los que se enmarcan los resultados de este trabajo.

La FDN y la DMO mantuvieron valores muy superiores a los encontrados por Koprinski *et al.* (2008) y La O et al. (2006b) en diferentes leguminosas rastreras, relacionado en gran medida por el estado fenológico de las plantas, así como las características intrínsecas de los materiales vegetales estudiados y muy inferiores a los encontrados por Osorio (2007) en *Stylosanthes*. Sin embargo, en la digestibilidad ruminal in situ de la MS, con un tiempo de incubación en rumen de 18 horas, se alcanzó un valor de hasta 62 %, relacionado en gran medida por el aporte a los microorganismos ruminales de esta planta.

Las proteínas vegetales pueden fraccionarse de acuerdo con su solubilidad, en ALB, solubles en agua; GLB, solubles en soluciones salinas; GLT, solubles en soluciones tanto ácidas como básicas; y por último las PRL, solubles en soluciones alcohólicas (Aguirre, 2009).

Para el fraccionamiento de las proteínas de *Stylosanthes* (Cuadro 2), se obtuvieron valores de 53.6, 45.5, 48.5 y 48.2 mg x g de proteína verdadera-1, para ALB, GLB, PRL y GLT, respectivamente. Al respecto Wadhwa *et al.* (1993) informan en proteínas vegetales valores similares para ALB y diferentes para GLB, PRL y GLT a las encontradas

en este trabajo. Aunque también pudieran estar relacionados con la concentración de N ligado a la porción fibrosa del material vegetal (La O, 2001) y la influencia que tiene esta relación en la utilización del N por los microorganismos ruminales (Ramírez *et al.*, 2000).

Las ALB y GLB son de bajo peso molecular mientras que las PRL y GLT son de mayor peso molecular y poseen más enlaces bisulfuro. Esto las hace más resistentes a la degradación en el rumen (Valenciaga, 1999; Correa, 2001 y La O *et al.*, 2006 a y b) aunque, por la composición de sus aminoácidos, su valor biológico es menor que el de las GLB y ALB (Correa, 2001), las PRL son ricas en aminoácidos no polares y neutros mientras que las ALB y GLB poseen una mayor cantidad de aminoácidos básicos y ácidos (Correa, 2001). El estudio acerca de las fracciones proteicas en las hojas de las leguminosas es muy escaso. Savón y Scull (2002), encontró que la proteína del follaje de *T. gigantea* está compuesta de ALB, PRL, GLB y GLT en diferentes proporciones, además destaca que de la fracción de ALB hay una gran parte que está representada por N no proteico (péptidos, nitratos, amoníaco y otros).

*Stylosanthes guianensis* se adapta bien a diferentes suelos, pero prefiere suelos ácidos y de baja fertilidad, bien drenados y con pH de 3.5 a 6.5, rebrota después de una quema y tolera sequía; así como permanece verde por un tiempo largo, pero no tolera humedad excesiva y pisoteo (Carvajal, 2010). Estas bondades permiten su uso en diversos sistemas productivos.

## CONCLUSIONES

Estos resultados permiten aseverar la factibilidad y potencial de uso de *Stylosanthes* en la alimentación de los rumiantes mediante su aporte a los microorganismos ruminales y al animal hospedero.

Los resultados indicaron una correspondencia entre la composición química, fraccionamiento proteínico y la degradabilidad ruminal de MS, con valores de MS y MO digestible, que pueden ser beneficiosos para los microorganismos del rumen. Se sugiere realizar estudios acerca de la concentración y tipo de factores antinutricionales en función de conocer su efecto en el grado de utilización de nutrientes en prueba in vivo con animales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, P. (2009). "Caracterización nutricional del grano de caupi *Vigna unguiculata* en ratas". Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.
- Álvarez, S. J. D., P. E. Díaz, M. N. S. León y V. J. Guillén. (2010). "Enmiendas orgánicas y actividad metabólica del suelo en el rendimiento de maíz". *Terra Latinoamericana*. 28: 239-245.
- Amaral, A. (1972). "Técnicas analíticas para evaluar macronutrientes en ceniza de caña de azúcar". *Nutr. Caña. Esc. Quím.* Universidad de La Habana, Cuba.
- AOAC. (2010). "Official Methods of Analysis". 19 th. Ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. P. 1403.
- Cáceres, O. F., E. Ojeda, J. González, L. Arece, L. Simón, M. Lameda, J. Milera, M. Iglesias, I. Esperance y S. M. Montejo. (2006). "Valor nutritivo de los principales recursos forrajeros en el trópico". En: *Recursos Forrajeros Herbáceas y arbóreas*. Editorial Universitaria. Estación Experimental de pastos y forrajes Indio Hatuey y Universidad de San Carlos de Guatemala. 459 p.
- Cameron, D. y S. Chakraborty. (2004). "Forage potential of *Stylosanthes* in different production systems". In: *High Yielding Anthracnose Resistant *Stylosanthes* for Agricultural Systems*. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR), pp. 27-38.
- Carvajal, J. (2010). "Digestibilidad in vitro prececal y cecal de plantas forrajeras tropicales para la nutrición de cerdos". Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia.
- Chakraborty, S. (2004). "High-yielding anthracnose resistant *Stylosanthes* for agricultural systems". Australia: Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- Cook, B., B. Pengelly, S. Brown, J. Donnelly, D. Eagles, A. Franco, J. Hanson, B. Mullen, I. Partridge, M. Peters y R. Schultze-Kraft. (2005). "Tropical Forages, an Interactive Selection Tool (CD-ROM)". Sustainable Ecosystems (CSIRO), Department of Primary Industries and Fisheries (DPI&F Queensland), Centro Internacional de Agric. Tropical (CIAT) and Int. Livestock Research Inst. (ILRI).

- Correa, H. (2001). "Suministro de suplementos concentrados durante el periodo de transición". Materias primas. Documento presentado en el curso de educación continuada: Nutrición de la vaca en transición. Universidad Nacional, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Díaz, M. F. (2000). "Producción y caracterización de forrajes y granos de leguminosas temporales para la alimentación animal". Disertación Doctoral. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- Díaz, M. F., A. González, C. Mora y F. Curbelo. (1999). "Concentrado de proteína foliar en *Lablab purpureus* cv. Rongai". *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 33: 101.
- Díaz, M. F., A. González, F. Curbelo, A. M. Cruz y C. Mora. (1997). "Evaluación de leguminosas de alto tenor proteico en la obtención de concentrado de proteína foliar (CPF)". *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 31: 183.
- Esperance, M. (1996). "Efecto de la suplementación con dólico (*Lablab purpureus*) en el valor nutritivo de la ración en ensilajes de mala calidad". *Pastos y Forrajes* 19: 271.
- Goering, H. K. y P. J. Van Soest. (1970). "Forage fibre analysis". *Agric. Handbook*. Agric. Res. Service, US. No. 379. Dept. of Agric., Washington, DC.
- Guodao, L. y S. Chakraborty. (2005). "Stylo in China: Tropical forage legume success story". *Tropical Grasslands* 39: 216-217.
- Hernández, A., J. M. Pérez y D. Boch. 1999. "Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba". *Agroinfor*, MINAG, C. La Habana, Cuba, p. 26.
- Keoboualapheth, C. y C. Mikled. (2003). "Growth performance of indigenous pigs fed with *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 as replacement for rice bran". *Livest. Res. Rural Dev.*, 15 (9).
- Kesting, U. (1977). "Vortragstagung der geseilschaft for tierernahrung der DDR". *Sektion tierernahrung*. 1: 306.
- Koprinski, J. S., S. Keonouchanh, K. Cox y W. Stur. (2008). "Forages for monogastric animals. Digestible energy value for pigs of the forage legume *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 (Stylo 184). In: Improved multipurpose forages for the developing world". SBA3. Annual Report 2008. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, p. 75.
- La O, O. (2001). "Contribución al estudio del valor nutritivo de diferentes ecotipos del género *Leucaena* para la alimentación de rumiantes". Disertación Doctoral. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- La O, O., B. Chongo, D. Delgado, T. Ruiz y O. Ruiz. (2006a). "Composición química, fraccionamiento proteico y digestión ruminal de componentes de mucuna (*Stizolobium aterrimum*)". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 40, núm. 3.
- La O, O., B. Chongo, D. Delgado, T. Ruiz, A. Solís y O. Ruiz. (2006b). "Variabilidad en ceniza, fibra detergente neutro, nitrógeno total y degradabilidad ruminal de seis leguminosas tropicales". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 40, No. 3.
- León-Alamo, E. (2003). "Consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas tropicales nativas y ensilaje de sorgo y el efecto de la suplementación con residuos fermentados de pescadería". Tesis de Maestría, Universidad de Puerto Rico, 63 p.
- Meléndez, N. F. (2012). "Principales forrajes para el trópico". Primera edición. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca. 459-468 p.
- Monzón, J. P., T. J. Carrozzo, P. Calviño y F. H. Andrade. (2005). "Efectos del intercultivo en franjas de maíz y soja sobre el rendimiento". Actas VII Congreso Nacional de Maíz. Rosario, Argentina.
- 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". *Livestock Res. Rural Development*. 15 (2). Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/2/mupa152.htm>. Consultado: enero de 2018.
- Osorio G. (2007). "Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas BPA y Buenas prácticas de Manufacturas BPM. En la producción de caña y panela corpoica". MANA-Gobernación de Antioquia, FAO. CTP. Print Ltda. Colombia, p. 199.
- Ramesh, C. R., S. Chakraborty, R. S. Pathak, N. Biradar y R. Bhat. (2005). "Stylo in India much more than a plant for the revegetation of wasteland". *Tropical Grasslands* 39: 213-214.

- Ramírez, R. G., R. Neira, R. A. Ledesma y C. A. Garibaldi. (2000). "Ruminal digestion characteristic and effective degradability of cell wall of browse species from northeastern México". *Small Ruminant Res.* 36: 49.
- Santana, H., O. Cáceres, L. Rivero y R. Delgado. (1991). "Efecto del estado fenológico sobre la calidad y el valor nutritivo del Lablab purpureus cv. Rongai. II. Periodo lluvioso". *Pastos y Forrajes.* 14: 253.
- Savón, L. e I. Scull. (2002). "Valor potencial de alimentos fibrosos tropicales para especies monogástricas". II Congreso de Cunicultura de las Américas. Hotel Palco. La Habana, Cuba. p. 69.
- Valarini, M. y R. Possenti. (2006). "Research Note: Nutritive value of a range of tropical forage legumes". *Tropical Grasslands* 40: 183-187.
- Valenciaga, D. (1999). "Contribución al estudio de la degradación ruminal del nitrógeno del clon CUBA CT-115 (*Pennisetum purpureum*)". Tesis de Maestría. *Facultad de Biología*. Universidad de La Habana, Cuba. 83 pp.
- Visauta, B. (1998). "Análisis estadístico con SPSS para Windows®. Estadística multivariada". Vol. II. McGraw-Hill/Interamericana de España. S. A.V. p. 358.
- Wadhwa, M., G. S. Makkar y J. S. Ichhponani. (1993). "Disappearance of protein supplements and their fractions in sacco". *Anim. Feed Sci. Tech.* 40: 205.

**CUADRO 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD IN SITU DE LA MS DE *Stylosanthes guianensis***

<b>Indicador</b>	<b>%</b>	<b>DS (±)</b>
Digestibilidad de la MO (KOH)	64.75	1.23
PC	20.00	0.12
EE	1.85	0.03
Cenizas	7.85	0.02
Ca	1.31	0.01
P	0.35	0.02
FDN	53.26	1.34
FDA	35.47	0.96
Lignina	8.35	0.03
Celulosa	26.16	1.02
Digestibilidad de la MS	62.33	1.05

**CUADRO 2. FRACCIONAMIENTO PROTEÍNICO DE *Stylosanthes guianensis***

<b>Fración proteica</b>	<b>mg x g de proteína verdadera<sup>-1</sup></b>	<b>DS (±)</b>
Albúminas	53.60	1.03
Globulinas	45.50	0.97
Proláminas	48.50	1.05
Glutelinas	48.20	0.65