



Original

Efecto del secado de hojas peciolos de marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wright et Arm) de dos alturas sobre la producción de gas *in vitro*.

Effect of Drying Sicklebush (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wright et Arm) Leaf-Petioles from Two Different Plant Heights on *in vitro* Gas Production

Enrique Espinosa Sifontes ¹* <https://orcid.org/0000-0002-0269-3731>,

Silvio J. Martínez Sáez ¹ <https://orcid.org/0000-0002-1835-6318>,

Redimio M. Pedraza Olivera ¹ <https://orcid.org/0000-0002-9483-4326>,

Marlene León González ¹ <https://orcid.org/0000-0002-6832-164X>

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz, Camagüey, Cuba.

* Autor para la correspondencia(email): enrique.espinosa@reduc.edu.cu

RESUMEN

Antecedentes: Los estudios del valor nutritivo de las hojas peciolos de *Dichrostachys cinerea* son insuficientes para definir el secado de las muestras en estudios de digestibilidad *in vitro*. El objetivo fue calcular la producción de gas *in vitro* y parámetros de mejor ajuste a modelos como indicadores de la digestibilidad del follaje de la planta a dos alturas y con dos métodos de secado.

Métodos: Las muestras se colectaron manualmente de forma aleatoria de 10 árboles diferentes (de 1 m y 2 m de altura), en época de seca, simulando el ramoneo de la planta en su totalidad. Cada muestra se dividió para ser sometida a dos tratamientos de secado (a temperatura ambiente aproximadamente por 96 h y a 55⁰ C en estufa), hasta peso constante. Se evaluó la influencia de la altura de la planta y temperatura de secado en los volúmenes de gas *in vitro* producido a las 24, 48 y 72 h, utilizando como inóculo heces bovinas, mediante análisis de varianza de clasificación simple de las combinaciones de factores.

Como citar (APA)

Espinosa Sifontes, E., Martínez Sáez, S., Pedraza Olivera, R., & León González, M. (2020). Efecto del secado de hojas peciolos de marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wright et Arm) de dos alturas sobre la producción de gas *in vitro*. *Revista de Producción Animal*, 32(2). Recuperado a partir de <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3462>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

Efecto del secado de hojas peciolo de marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wright et Arm) de dos alturas sobre la producción de gas *in vitro*.

Resultados: La producción de gas *in vitro* de hojas peciolo de plantas de 2 m, secadas a 55 °C fue significativamente menor que el resto de las combinaciones temperatura-altura evaluadas.

Conclusiones: Los parámetros de mejor ajuste a las ecuaciones de producción de gas *in vitro* de hojas peciolo de *Dichrostachys cinerea* muestran la posibilidad de su uso en la alimentación de rumiantes debido a su potencial nutricional similar al de varias especies arbustivas forrajeras de la familia leguminosa.

Palabras clave: valor nutritivo, leguminosas, follaje, digestibilidad *in vitro* (Fuente: AIMS)

ABSTRACT

Background: Studies of the nutritional value of *Dichrostachys cinerea* leaf-petioles are insufficient to define sample drying in various *in vitro* digestibility studies. The aim of this research was to calculate *in vitro* gas production, and provide better fit model parameters, as indicators of foliage digestibility from two different plant heights, using two drying methods.

Methods: The samples were collected at random, by hand, from 10 different trees (1 m and 2 m high), during the dry season, simulating total plant leaf browsing conditions. Each sample was divided in two for the different drying treatments (room temperature for approximately 96 h, and 55 °C in a stove), to constant weight. The influence of plant height and drying temperature on the volumes of *in vitro* gas produced at 24, 48, and 72 h, in cattle feces, were evaluated through simple analysis of variance of factor combinations.

Results: *In vitro* gas production from 2 m high plant leaf-petioles dried at 55 °C was significantly lower than the rest of the temperature-height combinations evaluated.

Conclusions: The better fit parameters of the equations for *in vitro* gas production from *Dichrostachys cinerea* leaf-petioles showed a potential for ruminant nutrition due to the high nutritional values, similar to several forage shrub-like species of leguminosae.

Key words: nutritional value, leguminosae, foliage, digestibility *in vitro* (Source: AIMS)

Recibido: 1/10/2019;

Aceptado: 5/1/2020

INTRODUCCIÓN

Los pastos constituyen una fuente de alimentos económica y de fácil acceso para el ganado. Un buen pastizal garantiza la producción de carne, leche y demás derivados, muy necesarios en la alimentación humana, lo que asegura una sostenibilidad y sustentabilidad adecuadas en las producciones ganaderas. La presencia del marabú (*Dichrostachys cinerea*) en áreas de pastos conspira contra la calidad y productividad de los pastizales. Lo anterior adquiere mayor importancia en las condiciones actuales del mundo, al dificultarse la adquisición de materias

primas como los granos para la elaboración de concentrados. Además de competir con la creciente demanda y la alimentación humana, algunos de ellos como el maíz están siendo destinados a la obtención de energía, como biocombustibles (Folliero y Laya, 2008).

El marabú (*D. cinérea*) es originario de África del Sur, crece igualmente en Asia (Paquistán), y fue introducido por la actividad humana en América (Estados Unidos y Cuba) sin que exista fecha exacta de su introducción en la isla. Es un arbusto o árbol con ramas espinosas, de la familia de las leguminosas, nunca crece aislado sino formando masas compactas impenetrables y puede alcanzar una altura de hasta 8-10 m. Se estima que en Cuba el marabú ha llegado a ocupar 1,7 millones de hectáreas, muchas de ellas de las mejores tierras, que en algún momento fueron cultivadas. Es una especie que se extiende rápidamente por lo que es muy difícil de erradicar (Red Internacional de Bosques Modelo, 2017).

Esta arbustiva tiene utilidad en la alimentación animal pues son utilizados sus frutos, semillas y forraje, por el ganado vacuno, ovino, caprino, los camellos, las jirafas, los búfalos y antílopes entre otros. La mayoría de estos animales consumen las vainas que caen al suelo y comen las ramas jóvenes y hojas, debido a que estas son ricas en proteínas (11-18%) y contenido mineral. Esta planta retiene las hojas y las vainas durante la estación seca donde la disponibilidad de pasto suele ser limitada (Heuzé, Tran y Giger-Reverdin, 2015)

Los polifenoles ejercen un efecto inhibitor sobre la actividad de una serie de enzimas como proteasas, zimógenos, lipasas, α -amilasas, celulasas, β -glucosidasas y ureasas, por lo que se puede afirmar que deprimen la digestibilidad del alimento. También inhiben la digestión de la proteína en el rumen lo que disminuye las concentraciones de amonio (Lasa, Mantecón y Gómez, 2010).

El secado de los follajes con alto contenido de polifenoles como es *D. cinerea*, puede influir en la actividad biológica de estos; lo cual trae consigo que no se obtengan interpretaciones adecuadas en los estudios de digestibilidad *in vitro*. En ese sentido amerita valorar esta influencia para tenerla en cuenta en futuros estudios.

La presente investigación estudia la producción de gas *in vitro* y los parámetros de mejor ajuste a modelos como indicadores de la digestibilidad de hojas-pecíolo de plantas de *D. cinerea*, secadas de manera natural y en estufa a 55⁰C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procesamiento de las muestras

Efecto del secado de hojas peciolas de marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wright et Arm) de dos alturas sobre la producción de gas *in vitro*.

La recolección, traslado y procesamiento de las muestras utilizadas en el estudio aparecen descritos en la Nota Técnica recientemente publicada por los autores (Espinosa, Martínez, Pedraza y González, 2020).

Digestibilidad *in vitro*.

Se realizó con el uso de la técnica de producción de gases, propuesta por Menke y Steingass (1988), en jeringuillas de cristal calibradas de 100 mL de capacidad (FORTUNA®, Häberle Labortechnik. Alemania), modificada para utilizar como inóculo heces bovinas recién depuestas, que se disolvieron en medio mineral amortiguado (m.m.a.) en proporción 1:4. Se pesaron en balanza analítica unos 200 mg de las muestras secas, que se colocaron en las jeringas, se agitaron cuidadosamente al momento de colocarlas en baño de agua a 39 °C y al realizar las lecturas de su volumen, después de 3, 6, 24, 48, 72 y 96 h de incubación. En cada una de las tres corridas se colocaron dos jeringas sólo con la solución inóculo + buffer, que servían como blanco, dos que contenían unos 200 mg de Guinea molida, como referencia para corregir las diferencias entre corridas y tres de cada una de las muestras. El cálculo de mejor ajuste a modelos y corrección de los valores experimentales se realizó de acuerdo con lo propuesto por Martínez, Pérez, González y Olivera (2014). El modelo usado fue:

$$V = 0 \text{ si } t \leq \text{lag}$$

$$V = b \cdot \exp(-ct)$$

Donde:

Lag, b y c son parámetros del modelo.

V – volumen de gas producido en ml

t tiempo en horas.

El mejor ajuste al modelo se realizó por programación lineal en hoja de cálculo programada al efecto con el uso del Solver de Excel para error cuadrado mínimo.

Procesamiento estadístico.

Se trabajaron muestras secadas a dos temperaturas (a 55°C y temperatura ambiente) utilizando alturas de 1 y 2 metros (como variables independientes), con tres réplicas en cada caso.

Se hizo un análisis de varianza de clasificación simple para determinar la posible influencia de las variables estudiadas en los volúmenes de gas a las 24, 48 y 72 h, después de haber sido corregidos; las diferencias entre medias se determinaron por Duncan (1955) para $p < 0,05$. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa STATGRAPHICS® Centurión XVI (2012).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de producción de gas que muestra la **Fig. 1** y son similares a los obtenidos por Rodríguez (2012) con gramíneas, excepto la temperatura de 55 °C a 2 m que es inferior a las restantes temperaturas y alturas evaluadas en el mismo experimento.

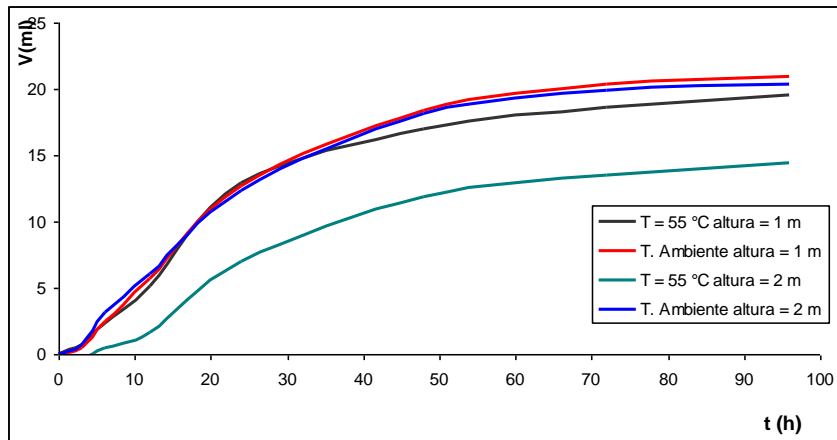


Fig. 1. Dinámica de producción de gas *in vitro* por las muestras de hojas de *D. cinerea* a diferentes temperaturas de secado y alturas de rebrote.

En un estudio realizado por Pedraza *et al.* (2008), con *D. cirenea* de alturas hasta 153 cm se muestran producciones de gas inferiores a las presentadas en este trabajo lo que puede estar influenciado por diversos factores entre ellos la fuerza del inóculo usado para la producción de gas.

Al ordenar grupos de leguminosas según la producción de gas, Martínez, Olivera, Viera y González (2009), encontraron que, en el primero de ellos, que incluye *Gliricidia sepium*, *Haematoxylum brasiletto*, *Leucaena leucocephala*, *Stilosanthes viscosa*, *Chamaecrista lineada*, *Desmodium barbatum*, se produjo más gas que los obtenidos para las muestras de *D. cirenea* evaluadas en esta ocasión.

En el caso de *D. cirenea* se reporta la existencia de un alto contenido de factores antinutricionales (Pedraza *et al.* 2008). Los autores refieren que cuando se le añade PEG4000 la producción de gas aumenta significativamente al ser bloqueados los polifenoles por este compuesto. En particular para *D. cirenea* este aumento resulta muy notable (más de 50%) y explica por qué su nivel de incorporación en la dieta de rumiantes es limitado.

El estudio realizado por Fernández Gálvez *et al.* (2016) de la fracción integral de dos nuevos cultivares de caña de azúcar para forrajes a los 6; 8 y 11 meses de edad de rebrote refieren que a los ocho meses los tres cultivares alcanzan el momento óptimo para su utilización como alimento animal, edad en la cual pueden ser mejor aprovechados por los rumiantes desde el punto de vista nutricional alcanza producciones de gas entre (32,7 ml-52,1 ml) valores muy superiores a los mostrados en esta investigación teniendo en cuenta que es una gramínea. Este comportamiento puede estar asociado a que la planta posee mayor contenido de PB y menor de fibra a los ocho

Efecto del secado de hojas peciolas de marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wright et Arm) de dos alturas sobre la producción de gas *in vitro*.

meses en comparación con los 11 meses. Por otra parte, a pesar de poseer mayor contenido de fibra que a los seis meses, también posee mayor contenido de PB y carbohidratos solubles, todo lo cual facilita el proceso de degradación del alimento.

En una investigación realizada por Rodríguez, Pujal, Olivera, Martínez (2008) con leguminosas donde se incluye *D. cinerea* refiere una producción de gas de 17,2 ml, valores que están en los rangos encontrados en esta investigación.

En la **Tabla 1** solo se muestra la producción de gas hasta las 72 h dado que luego de esta y hasta las 96 h el comportamiento se mantiene sin variación apreciable.

Tabla 1. Producción de gas *in vitro* para diferentes alturas de corte y método de secado.

Temperatura	Altura (m)	Tiempo (h)		
		24	48	72
T = 55 °C	1	12,9 ^a	17,9 ^a	19,5 ^a
T. Ambiente	1	12,7 ^a	18,4 ^a	20,4 ^a
T = 55 °C	2	11,8 ^b	13,5 ^b	14,1 ^b
T. Ambiente	2	12,4 ^a	18,2 ^a	19,8 ^a
EE		0,22	0,36	0,49

Letras diferentes en cada columna indican diferencia significativa para $p < 0,05$ (Duncan, 1955). EE – Error estándar

Se puede observar que la altura de 2 m con secado a 55 °C es la que muestra significativamente menor ($p < 0,05$) producción de gas. Este comportamiento puede deberse a que la conjunción de las diferencias en la composición bromatológica a mayor altura (menor proteína) y mayor materia seca influyan negativamente sobre la digestibilidad *in vitro*. Este es un tema que requiere de estudios más detallados.

El parámetro b es una medida del potencial del alimento para entregar materia digestible al ambiente ruminal mientras c es una medida de la velocidad de degradación del material y lag tiempo de adaptación (Ørskov y McDonald, 1979).

Fernández Gálvez *et al.* (2016) con cultivares de caña de azúcar reportaron lag entre (2,10 - 4,57) horas, similares a los referidos en la tabla excepto para la altura de 2 m secada a 55 °C con valor de 8.0 horas.

Las hojas tomadas de plantas de *D. cinerea* de 2 m de altura y que fueron secadas a 55 °C presentan un potencial de entrega de materia digestible al rumen inferior a las hojas incluidas en las otras tres variantes. También es esta combinación la que mayor fase lag tiene lo cual puede ser debido a que los cambios en su composición química hagan más difícil la colonización por los microorganismos. Estos valores son coherentes con los que se muestran en la **Tabla 2** y como aquellos, requieren de estudios posteriores.

Tabla 2. Parámetros de mejor ajuste, al modelo propuesto por Martínez, Pérez, González y Olivera (2014)

Temp. secado	Altura (m)	lag (h)	b (ml)	c (h ⁻¹)	Error típico
55 °C	1	3,3	19,5	0,046	1,3

T. Ambiente	1	3,1	21,3	0,043	1,5
55 °C	2	8,0	15,0	0,040	0,9
T. Ambiente	2	2,2	21,1	0,040	1,4

lag – fase de adaptación b- volumen potencial de gas – c velocidad específica de crecimiento.

Los parámetros b y c de tres grupos estudiados por Martínez, Olivera, Viera y González (2009) reportan que el grupo 1, (*G. sepium*, *H. brasiletto*, *L. leucocephala*, *S. viscosa*, *Ch. lineada*, *D. barbatum*), tiene valores de b muy superiores y de c similares, aunque un poco por debajo a las muestras de *D. cinerea* de altura 1m secadas a 55 °C. El grupo 2, (*D. cinerea*, *P.maximun*, *P. purpureum*, *S. officinarum*), en el que, como puede verse, se encuentra el marabú muestra similar el parámetro b (19.0 ml) y c es inferior (0.02 h⁻¹). En el grupo 3, (*A. bilimekii* y *A. pennatula*) el parámetro b reportado se acerca al obtenido en esta investigación para plantas de 2 m de altura secadas a 55 °C.ç

CONCLUSIONES

Los parámetros de mejor ajuste a las ecuaciones de producción de gas *in vitro* de hojas peciolo de *D. cinerea* muestran la posibilidad del uso de esta planta en la alimentación de rumiantes debido a su potencial nutricional similar al de varias especies arbustivas forrajeras de la familia leguminosa.

El tipo de secado y la altura de la planta influyen en producción de gas *in vitro*, de las hojas-peciolo de *D. cinerea* con énfasis en las plantas de 2 m secadas a 55 °C que tienen la menor producción.

REFERENCIAS

- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11(1), 1-42. <https://www.jstor.org/stable/3001478>
- Espinosa Sifontes, E., Martínez Sáez, S. J., Pedraza Olivera, R. M., & León González, M. (2020). Composición química de hojas peciolo de marabú (*Dichrostachys cinerea*) a dos alturas secadas a temperatura ambiente y en estufa a 55°C. *Revista de Producción Animal*, 32(1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3398>
- Fernández Gálvez, Y., Pedraza Olivera, R. M., Llanes Díaz, A., Sánchez Gutiérrez, J. A., León González, M., González Pérez, C. E., & Noy Perera, A. (2016). Digestibilidad *in vitro* de rebrote del forraje integral de dos nuevos cultivares de caña de azúcar (*Saccharum spp.*

Efecto del secado de hojas peciolas de marabú (*Dichrostachys cinerea* (L.) Wright et Arm) de dos alturas sobre la producción de gas *in vitro*.

C97-366 y C99-374). *Revista de Producción Animal*, 28(1), 27-33.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202016000100005

Folliero, A., & Laya, C. (2008). La crisis económica alimenticia en el sistema capitalista.
<https://umbvrei.blogspot.com/2008/01/la-crisis-alimentaria-en-el-sistema.html>

Hernández, A., Pérez Jiménez, J. M., Bosch Infante, D., & Castro Speck, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba 2015. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA, Cuba, 93 p. ISBN: 978-959-7023-77-7.

Heuzé V., Tran G., & Giger-Reverdin S. (2015). *Sicklebush (Dichrostachys cinerea)*. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/298>
Last updated on October 7, 2015, 10:29. Recobrado en Septiembre, 2019

Lasa, J., Mantecón, C., & Gómez, M. A. (2010). Utilización de taninos en la dieta de rumiantes. *Albéitar: publicación veterinaria independiente*, (134), 46-47.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3184704>

Martínez, S. J., Olivera, R. M. P., Viera, G. F. G., & González, C. E. (2009). Ordenamiento de 13 forrajes según su producción acumulada de gas *in vitro* con heces bovinas depuestas como inóculo. *Revista de Producción Animal*, 21(1), 21-25.
<https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/2968>

Martínez, S. J., Pérez, C. E. G., González, M. L., & Olivera, R. M. P. (2014). Comparación entre modelos para interpretar la cinética de producción de gas *in vitro* con heces vacunas depuestas como inóculo. *Revista de Producción Animal*, 26(3).
<https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/1389>

Menke, K. H., & Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*. 28, 7-55. <https://www.scienceopen.com/document?vid=e1859372-e696-424a-85fb-d305b0b594bc>

Ørskov, E. R., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499-503. DOI:<https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>

Pedraza Olivera, R. M., González Pérez, C. E., León González, M., Estévez Alfayate, J. A., & Martínez Saéz, S. J. (2008). Indicadores fenológicos y valor nutritivo *in vitro* del marabú, *Dichrostachys cinerea*, durante la época seca. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 219-222.
https://www.academia.edu/26190307/Indicadores_fenol%C3%B3gicos_y_valor_nutritivo_in_vitro_del_marab%C3%BA_Dichrostachys_cinerea_durante_la_%C3%A9poca_seca

Espinosa, E., Martínez, S.J., Pedraza, R.M., León, M.

Red Internacional de Bosques Modelo. (2017). Manejo de la planta invasora de marabú en Cuba: Cómo sacar lo mejor de lo peor. <http://rifm.net/es/bosque-modelo-sabanas-de-manacas>.

Rodríguez, M. G., Pujal, A. A. R., Olivera, R. M. P., & Martínez, S. J. (2012). Heces ovinas depuestas como inóculo en la técnica de producción de gases para la valoración nutritiva de forrajes. *Revista de Producción Animal*, 24(2). <https://go.gale.com/ps/anonymouse?id=GALE%7CA466297651&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=02586010&p=IFME&sw=w>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: EE, SM, RP; análisis e interpretación de los datos: EE, SM, ML; redacción del artículo: EE, SM, RP.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.