

PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y METANO *in vitro* DE PASTAS DE AJONJOLÍ, SOYA Y COCO

A. González*, P. Sánchez-Santillán, N. Torres, J. Herrera, L. Alaniz, A. R. Rojas

Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2. Universidad Autónoma de Guerrero.
México.

10068646@uagro.mx,

Resumen

El objetivo fue determinar la producción parcial y acumulada de metano y biogás *in vitro* de tres pastas oleaginosas (ajonjolí, soya y coco) mediante la técnica de producción de gas. En un vial serológico (120 mL) se agregaron 0.5 g de una pasta y 40 mL de medio de cultivo, bajo flujo continuo de CO₂. Los viales se inocularon con 10 mL de bacterias ruminales obtenidas de una vaca provista con cánula ruminal y se incubaron 72 h a 39 °C. El diseño experimental fue un completamente al azar. La producción parcial a 24, 48 y 72 h y acumulado de biogás fue mayor para la pasta de soya, seguido de pasta de ajonjolí y por último pasta de coco (p<0.05). La pasta de coco presentó mayor producción de metano con respecto al biogás acumulado, seguido de soya y ajonjolí (p<0.05). Se concluye que la pasta de ajonjolí en condiciones *in vitro* produce la misma cantidad de metano y biogás que la pasta de soya.

Introducción

En México, se genera una diversidad de subproductos y residuos agroindustriales con potencial en la alimentación de rumiantes. El estudio de las características físicas y químicas de estos residuos permite una caracterización para su integración e inclusión en la dieta de bovinos (Fernández, 2014). El sector ganadero tiene alta participación en la problemática ambiental; es responsable de 18% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial. Así mismo, producen 9% del dióxido de carbono (CO₂) y 37% de metano (CH₄) a nivel mundial (Ramírez *et al.*, 2012). Esto debido al contenido celular que poseen los sustratos, los carbohidratos que contienen y sus productos finales después de la fermentación (Apráz *et al.*, 2012). Por lo cual, el objetivo del presente estudio fue determinar la producción parcial y acumulada de biogás y metano de las pastas de ajonjolí, soya y coco.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, Cuajinicuilapa, Guerrero. Las muestras fueron pasta de soya, pasta de coco y pasta de ajonjolí, se deshidrataron a 60 °C hasta peso constante en una estufa (Felisa[®] FE-293A, México) y se molieron con una criba de 1 mm en un molino (Thomas Scientific[®], Swedesboro, NJ. USA). Para medir biogás y metano, se preparó un medio de cultivo que está constituido por 50.9% de agua destilada, 30% fluido ruminal clarificado [líquido ruminal bovino fresco centrifugado 10 min a 12,857 x g y esterilizado 121 °C, 15 min y 15 psi en una autoclave (All American[®] 1941X, USA), el proceso se repite dos veces], 5% de solución mineral I [6 g de 7 K₂HPO₄ (J. T. Baker[®]) en 1000 mL de agua destilada], 5% de solución mineral II [6 g de KH₂PO₄ (J. T. Baker[®]) + 6 g de (NH₄)₂SO₄ (J. T. Baker[®]) + 12 g de NaCl (Meyer[®]) + 2.45 g MgSO₄ (Meyer[®]) + 1.6 g CaCl-2H₂O (Meyer[®]) en 1000 mL de agua destilada], 0.1% de resazurina a 0.1% (Sigma-Aldrich[®]), 4% de solución reductora [3.125 g L-cisteína (Sigma-Aldrich[®]) se ajustó pH a 10 con NaOH (Meyer[®]) + 3.125 g de Na₂S-9H₂O (Meyer[®]) se afora a 250 mL con agua destilada, se agrega 0.1 mL de resazurina a 0.1%, este proceso se usa CO₂ y calor para anaerobiosis] y 5% de solución buffer (80 g de Na₂CO₃ (J. T. Baker[®]) en 1000 mL de agua destilada) modificado de la metodología de Cobos y Yokoyama (1995), modificado por Cañaverl-Martínez *et al.* (2020). En vial serológico (120 mL) se agregaron 0.5 g de una pasta (soya, coco y ajonjolí) y 40 mL de medio de cultivo, bajo flujo continuo de CO₂ con la finalidad de mantener condiciones de anaerobiosis. Los viales se sellaron con un tapón de neopreno y un arillo de aluminio con centro removible y se consideró un biodigestor. Se colocaron en baño maría a 39 °C, se inocularon con 10 mL de fluido ruminal fresco y se tomó como la hora cero. El fluido ruminal se obtuvo de un bovino Suiz-Bu provisto de cánula ruminal alimentado previamente en confinamiento con pasto pangola y alimento comercial; este se centrifugó 3 min a 1137 x g para precipitar partículas de alimento y protozoarios. El tiempo de incubación fueron 72 h a 39 °C. La producción de biogás se midió mediante el desplazamiento del émbolo de una jeringa de vidrio (50 mL; BD Yale[®], Brasil). Este proceso se midió a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48 y 72 h de incubación (Hernández-Morales *et al.*, 2018). La producción de metano (CH₄) se midió usando una manguera Taygon[®] (2.38 mm Ø interno y 45 cm de longitud) con agujas hipodérmicas (20 G x 32 mm) en los extremos. Las agujas se usaron para acoplar un biodigestor con una vial trampa. Los viales trampa se llenaron con solución de NaOH (2N) [80 g de NaOH (Merck[®]) en 1000 mL de agua destilada] modificado de la metodología de Stolaroff *et al.* (2008) según Torres-Salado *et al.* (2018). La producción parcial de biogás

y metano se reportó a las 24, 48 y 72 h; mientras la acumulada a las 72 h. El diseño experimental fue un completamente al azar. La comparación de medias de las variables se hizo con la prueba de Tukey (alfa=0.05).

Resultados y Discusión

La producción parcial de biogás de las 0 a 24 y de las 24 a 48 h, así como biogás acumulado fue mayor por la pasta de soya, seguido de pasta de ajonjolí y por último la pasta de coco ($p < 0.05$). La producción parcial de las 48 a 72 h no mostraron diferencias entre la pasta de soya y ajonjolí ($p > 0.05$). Esto, como consecuencia del proceso de fermentación de los carbohidratos, ya que en las primeras 24 h se fermentan los carbohidratos correspondientes al contenido celular y azúcares solubles, seguido por la fermentación de polisacáridos de la pared celular o de reserva accesibles para los microorganismos y por último los carbohidratos estructurales unidos o cerca de la lignina (Sánchez-Santillán, 2010). Sin embargo, los valores de la pasta de soya (Tabla 1) son inferiores a la producción de biogás acumulada reportado por Fernández-Turren *et al.* (2018). La proporción de metano (CH_4) respecto a la producción acumulada de biogás mostró que, en la pasta de coco, representó 39%, seguido de la pasta de soya (38%) y por último la pasta de ajonjolí (37%) ($p < 0.05$). En la producción parcial a las 24 h, la pasta de soya fue superior a la pasta de ajonjolí, seguido de la pasta de coco y se mantuvo con la mayor producción a las 48 h ($p < 0.05$), mientras que a las 72 h, no hubo diferencias de producción de CH_4 entre las tres pastas ($p > 0.05$). Esta situación es por el tipo de carbohidratos fermentables en rumen que contienen los sustratos evaluados y sus productos finales después de la fermentación (Ramírez *et al.*, 2012). Estos datos son similares a lo reportado por Hernández-Morales (2016); quien estimó la producción de biogás total y metano en pastas oleaginosas en condiciones similares al presente estudio.

Tabla 1. Características fermentativas *in vitro* de pasta de ajonjolí, pasta de coco y pasta de soya

Variables	Pasta		
	Ajonjolí	coco	soya
Bio24 (mL g ⁻¹ MS)	131.1 ^b	119.3 ^c	177.4 ^a
Bio48 (mL g ⁻¹ MS)	18.8 ^b	14.1 ^c	26.9 ^a
Bio72 (mL g ⁻¹ MS)	15.0 ^a	6.1 ^b	15.1 ^a
Biogás (mL g ⁻¹ MS)	164.9 ^b	139.5 ^c	219.4 ^a
Meta24 (mL g ⁻¹ MS)	48.5 ^b	40.2 ^c	67.7 ^a
Meta48 (mL g ⁻¹ MS)	10.2 ^a	10.7 ^a	12.6 ^a
Meta72 (mL g ⁻¹ MS)	3.6 ^a	4.1 ^a	4.6 ^a
Metano (mL g ⁻¹ MS)	62.3 ^b	55.0 ^c	84.8 ^a

^{a,b,c} Valores promedio con distinta letra en una misma fila son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$). Bio24 = Producción parcial de biogás de 0 a 24 h; Bio48 = Producción parcial de biogás de 24 a 48 h; Bio72 = Producción parcial de biogás de 48 a 72 h; Biogás = Producción acumulada a 72 h; Meta24 = Producción parcial de metano de 0 a 24 h; Meta48 = Producción parcial de metano de 24 a 48 h; Meta72 = Producción parcial de metano de 48 a 72 h; Metano = Producción acumulada a 72 h.

En conclusión, la pasta de ajonjolí es una opción viable para la inclusión en la dieta de bovinos dado a su considerable producción de biogás indicándonos la disponibilidad de carbohidratos y su baja proporción de producción de metano, contribuyendo a una baja participación en la problemática ambiental.

Literatura citada

- Apráz J.E., J.M. Delgado, J.P. Narvaez. 2012. Composición nutricional, degradación *in vitro* y potencial de producción de gas, de herbáceas, arbóreas y arbustivas encontradas en el trópico alto de Nariño. *Livestock Research for Rural Development*. 24(3): 11 pp.
- Cañaveral-Martínez, UR. Sánchez-Santillán, P. Torres-Salado, N. Sánchez-Hernández, D. Herrera-Pérez, J. Rojas-García, A.R. 2020. Características de Calidad, Bromatológicas y Fermentativas *in vitro* de Ensilado de Mango Maduro. *KIn: Memoria XLVII Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria*.
- Fernández, M. C. A. 2014. Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Buenos Aires Sur. 13-15 pp.

- Fernández-Turren. G., Cajarville, C., Pérez-Ruchel, A., Hirigoyen, D., Constantín, M., González, V., Madera, J., Eiraldi, F., Kozloski, G. V., Repetto, J. L. 2018. Evaluación nutritiva de harinas y expeller de soja presentes en Uruguay en la alimentación de vacas lecheras. Departamento de Bovinos, Facultad de Veterinaria. Instituto de Producción Animal-UdelaR. 209 (54) 31-38 pp.
- Hernández-Morales, J. 2016. Caracterización *in vitro* de frutos y hojas de leguminosas regionales y pastas de oleaginosas utilizadas en la alimentación de rumiantes en el municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No 2. Universidad Autónoma de Guerrero. 66 pp.
- Hernández-Morales, J., P. Sánchez-Santillán, N. Torres-Salado, J. Herrera-Pérez, A. R. Rojas-García, I. Reyes-Vázquez. M. A. Mendoza-Núñez. 2018. Composición química y degradaciones *in vitro* de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. Revista Mexicana en Ciencias Pecuarias 9 (1):105-120 pp.
- Ramírez R., P. Pizzani, G. De Martino, D. García, Z. Linares, O. Colmenares, C. Domínguez. 2012. Estimación *in vitro* de gases con efecto invernadero en frutos y follaje de árboles de un bosque seco tropical de Venezuela. Pastos y Forrajes. 35(1):99-108
- Sánchez-Santillán P. 2010. Extractos fibrolíticos fúngicos como modificadores de la fermentación ruminal *in vitro*. Tesis Maestría. Colegio de postgraduados. Texcoco, Edo. México. 100 p
- Torres-Salado, N., P. Sánchez-Santillán, A. R. Rojas-García, J. Herrera-Pérez y J. Hernández-Morales. 2018. Producción de gases efecto invernadero *in vitro* de leguminosas arbóreas del trópico seco mexicano. Archivos de Zootecnia 67(257): 55-59 pp.