

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE MELAZA EN ENSILADOS DE PAPAYA DE DESECHO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE METANO *IN VITRO*

M. Gómez-Trinidad*¹, P. Sánchez-Santillán², M. A. Ayala², L. A. Saavedra², B. J. López³, C. E. Sollano²

¹Programa de Maestría en Producción de Bovinos en el Trópico-UAGro; ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2-UAGro; ³Independiente.

* gomeztrinidadm@gmail.com

Resumen

El objetivo fue evaluar la producción de metano de ensilados de papaya de desecho. Los silos (5 Kg) se elaboraron con 75% de papaya de desecho y 25% de pasto pangola; adicionando 0 (T1), 3 (T2) y 6% (T3) de melaza de caña de azúcar. La producción parcial y acumulada de biogás y metano se midió a las 24, 48 y 72 h según lo descrito por Cañaverall-Martínez *et al.* (2020). El diseño experimental fue completamente al azar. En la producción parcial de metano a las 24 y 72 h, y la acumulada no mostraron diferencias entre tratamientos; mientras a las 48 h, T2 presentó la mayor producción. En biogás, la producción parcial 72 h y acumulada no mostraron diferencias entre tratamientos; la producción parcial 24 h fue menor en T1 y a las 48 h fue la mayor producción. Se concluyó, la producción de metano respecto a la producción biogás se afectó cuando se adiciono melaza de caña de azúcar.

Introducción

La técnica de producción de gas *in vitro* simula la degradación de un alimento en rumen, donde la producción del gas (CO₂ y CH₄) es producto residual de la fermentación de los carbohidratos disponibles en el alimento. Un grupo de la Universidad de Hohenheim en Alemania fue el primero en montar el proceso de fermentación en jeringas de vidrio (Williams, 2000). A nivel mundial, cada año se pierde un tercio de la producción de alimentos destinados al consumo humano, que se traduce en pérdida de recursos naturales, económicos, contaminación y producción de gases de efecto invernadero (Cañaverall-Martínez *et al.*, 2020). En países en desarrollo, las pérdidas postcosecha de fruta fresca se estiman entre 20 y 50% (Gomes *et al.*, 2011). Cada año, la industria agroalimentaria produce grandes cantidades de residuos, provocando problemas de contaminación, ya que estos residuos agrícolas se descomponen en los campos, como parte de su proceso natural (Sánchez-Santillán *et al.*, 2020). En las regiones tropicales existe un enorme potencial de producción de biomasa vegetal ricos en energía (Cruz-Hernández *et al.*, 2006), sus desechos se pueden considerar como productos con potencial para ensilar (Sánchez-Santillán *et al.*, 2020) y ser una alternativa no convencional en la alimentación de rumiantes. En 2018, México produjo 1,039,819.64 t de papaya, de las cuales exportó 150,000 t ocupando el primer lugar en exportaciones. El principal estado productor de papaya fue Oaxaca con una producción de 323,614.43 t, que equivale a 29.8% de la producción nacional. La producción de papaya genera de 64 a 161 mil t de desperdicio. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la producción de biogás y metano *in vitro* de ensilados de papaya de desecho adicionado con diferentes niveles de melaza de caña como aditivo.

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. La papaya de desecho y el heno de pasto pangola se molieron en un molino mixto (M.A.GRO® TR-3500). Para los silos (5 Kg) se utilizaron bolsa de propileno de 30x40 cm, calibre 600. La composición del ensilado fue 75% de papaya de desecho y 25% de pasto pangola. Se consideraron tres tratamientos con la adición de 0 (T1), 3 (T2) y 6% (T3) de melaza de caña como aditivo. El aire contenido se extrajo con una aspiradora (Koblenz®, España) y se sellaron las bolsas con un amarre Smith utilizando rafia comercial. Los silos se almacenaron a temperatura ambiente por 21 d. Para la producción de biogás y metano *in vitro* se usó un medio de cultivo que se preparó según lo descrito por Cañaverall-Martínez *et al.* (2020). A un vial serológico de vidrio (120 mL) con 0.5 g de MS de un tratamiento se adicionaron 40 mL de medio de cultivo, se inocularon con 10 mL de bacterias ruminales (bajo CO₂ para mantener condiciones de esterilidad) y se incubaron a 39 °C por 72 h en baño María. La producción de biogás se midió a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48 y 72 h; mientras, la producción de metano (CH₄) se midió a las 24, 48 y 72 h según lo descrito por Cañaverall-Martínez *et al.* (2020). La producción de biogás y metano se reportaron parcialmente a las 24, 48 y 72 h y acumulado a las 72 h. El diseño experimental fue un diseño de bloques completamente al azar y la prueba de Tukey (P<0.05) para diferencia entre medias.

Resultados y discusión

La producción parcial de metano de las 0 a 24 h, de 48 a 72 h y producción acumulada no presentaron diferencias entre tratamientos. Sin embargo, la producción parcial de metano de las 24 a 48 h, T2 mostró la mayor producción (p<0.05). En la

producción de biogás parcial de las 0 a las 24 h, T1 produjo la menor producción de biogás; en contraste, la producción parcial de biogás de las 24 a 48 h, T1 presentó la mayor producción ($p < 0.05$). Cabe destacar, la producción parcial de las 48 a 72 h y la producción acumulada no presentaron diferencias entre tratamientos. Sin embargo, es importante analizar de la producción de biogás, cuánto corresponde a metano. De modo que, T1 mostro la menor proporción de metano respecto a la producción de biogás; ya que, en la producción parcial representó 23.4, 32.0 y 25.8% a las 24, 48, 72 h, respectivamente. Además, en la producción acumulada de biogás, 25.6% fue metano. En contraste, en T3, el metano representó 28.3, 38.5 y 28.6% en la producción parcial de 24, 48 y 72 h, respectivamente; mientras que, en la acumulada, 30.1% fue metano. La producción de biogás *in vitro* sirve como indicativo de la disponibilidad de los carbohidratos durante la fermentación ruminal, de modo que la producción de biogás en las primeras 24 h de los ensilados del presente trabajo promedio más de 60% del total de biogás y se puede asumir a la disponibilidad de carbohidratos no estructurales y fracciones proteicas de la papaya de desecho, pasto pangola y melaza de caña de azúcar; mientras, que después de las 24 h se relaciona con la fermentación de carbohidratos estructurales (Torres-Salado *et al.*, 2019) contenido en el pasto pangola usado como absorbedor de humedad en la elaboración de los silos del presente trabajo. Los valores en el presente estudio (Tabla 1) sobre producción de biogás son similares a los reportados por Sánchez-Santillán *et al.* (2022) en ensilados elaborados con 75% de papaya de desecho y 25% de pasto estrella.

Cuadro 1. Producción parcial y acumulada de biogás y metano de ensilados de papaya de desecho adicionado con niveles crecientes de melaza de caña de azúcar.

Variable	Tratamiento			EEM
	T1	T2	T3	
Meta24 (mL g ⁻¹ MS)	25.6	29.2	34.4	1.754
Meta48 (mL g ⁻¹ MS)	12.0 ^b	14.0 ^a	12.0 ^b	0.318
Meta72 (mL g ⁻¹ MS)	6.4	7.6	7.2	0.267
Metano (mL g ⁻¹ MS)	43.9	50.7	53.6	2.004
Bio24 (mL g ⁻¹ MS)	109.2 ^b	118.4 ^a	121.6 ^a	1.662
Bio48 (mL g ⁻¹ MS)	37.5 ^a	34.4 ^b	31.2 ^c	0.807
Bio72 (mL g ⁻¹ MS)	24.8	25.6	25.2	0.640
Biogás (mL g ⁻¹ MS)	171.5 ^b	178.3 ^a	178.0 ^{ab}	1.272

^{ab} Medias con distinta letra en una misma fila son diferentes ($P < 0.05$). 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; 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; EEM = error estándar de la media; T1 = 0% de melaza como aditivo; T2 = 3% de melaza como aditivo; T3 = 6% de melaza como aditivo.

En conclusión, la elaboración de ensilados con 75% de papaya de desecho y 25% de heno de pasto de pangola causa que la producción de metano respecto a la producción biogás aumentara cuando se agregaron 6% de melaza de caña de azúcar como aditivo.

Literatura citada

- Cañaveral-Martínez, U. R., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Sánchez-Hernández, D., Herrera-Pérez, J. y Rojas-García, A. (2020). Características de calidad, bromatológicas y fermentativas *in vitro* de ensilado de mango maduro. *Revista Mexicana Agroecosistemas*. 8:11-13.
- Cruz-Hernández, J. C. y Gutiérrez-Fernández, G. A. (2006). Alimentación de bovinos con ensilado de mezclas de banano de rechazo y raquis en diferentes proporciones. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*. 10(03): 29-40.
- Gomes, J., Valadares, S., Dos Santos, D., Detmann, E., Diniz, R., Ribeiro, L., De Paiva, N. y Costa, L. (2011). Consumo, digestibilidad total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com subprodutos de frutas para ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40(5); 1052-1060.
- Sánchez-Santillán, P., Herrera-Pérez, J., Torres-Salado, N., Almaraz-Buendía, I., Reyes-Vázquez, I., Rojas-García, A. R., Gómez-Trinidad, M., Contreras-Ramírez, E. O., Maldonado-Peralta, M. A. y Magadan-Olmedo, F. (2020)

- Chemical composition, and *in vitro* fermentation of ripe mango silage with molasses. *Agroforest System*. 94:1511-1519.
- Sánchez-Santillán, P., Soriano-Marcial, L. A., Saavedra-Jiménez, L. A. y Torres-Salado N. (2022). Características de calidad, químicas y fermentativas *in vitro* de ensilados de papaya (*Carica papaya* L) de desecho y heno de pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*). *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 25(01): 12.
- SIAP (2019). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Torres-Salado, N., Sánchez-Santillán, P., Rojas-García, A. R., Almaraz-Buendía, I., Herrera-Pérez, J., Reyes-Vázquez, I. y Mayren-Mendoza, J. F. (2019). Producción de gas *in vitro* y características fermentativas de consorcios bacterianos celulolíticos ruminales de búfala de agua (*Bubalus bubalis*) y vaca suiz-buw. *Agrociencia*. 53:145-159
- Williams, B. A. (2000). Cumulative gas-production techniques for forage evaluation. In: Givens D. I., Owen E., Axford R. F. E., Omed H. M. (eds). *Forage evaluation in ruminant nutrition*. New York, USA. © CAB International. 189-213 pp.