



Digestibilidad *in situ* de las pastas de ajonjolí, coco y soya.

González, JA., Torres, SN., Herrera, PJ., Sánchez-Santillán, P., Alaniz, GL., Rojas, GRA.

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

10068646@uagro.mx, 12108@uagro.mx, 17339@uagro.mx,
sanchezsantillanp@gmail.com, alanizl@uagro.mx, rogarcia@uagro.mx.

Resumen

El objetivo fue determinar la digestibilidad *in situ* de tres pastas de oleaginosas (pasta de ajonjolí, pasta de soya y pasta de coco) para considerar su inclusión en la alimentación de bovinos en el trópico. La prueba *in situ* se llevó cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal y Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la UAGro. Las muestras fueron tres pastas oleaginosas que se deshidrataron a 60 °C por 72 h. En bolsas de poli-seda se colocaron 5 g de una muestra y se sellaron con cinchos de plástico. Estas se incubaron en el rumen de dos vacas fistuladas provistas de cánula ruminal por 3, 6, 9, 12, 24, 48 y 72 h. Las bolsas se insertaron en el rumen en orden inverso al tiempo de incubación para retirar simultáneamente todas las muestras después del periodo de incubación. Los valores de digestibilidad se usaron para estimar los parámetros de la cinética de digestibilidad (*A*, fracción digestible soluble; *B*, fracción lenta digestibilidad; *A+B*, máxima digestibilidad; *c*, velocidad a la que *B* se digiere; *k*, tasa de salida ruminal; DE, digestibilidad efectiva). El diseño experimental fue un completamente al azar. La pasta de ajonjolí presentó mayor digestibilidad *in situ* a las 12 h ($p < 0.05$); a partir de las 24, la pasta de ajonjolí y pasta de soya no presentaron diferencias ($p > 0.05$) en los valores de digestibilidad. En los parámetros de la cinética de digestibilidad *in situ*, la pasta de ajonjolí presentó mayor *A*, *c*, *k* y DE; mientras, la pasta de soya fue mayor en las variables *B* y *A+B*. Por lo que, se concluye que la pasta de ajonjolí muestra digestibilidades similares a la pasta de soya, por lo que puede considerarse como una alternativa para la alimentación de bovinos en el trópico.

Palabras clave: Digestibilidad, *in situ*, ajonjolí, soya, coco, pastas.

Introducción

La búsqueda de ingredientes como fuentes de proteína que cubran los requerimientos nutricionales de los bovinos a precios razonables es una prioridad (Chiriboga *et al.*, 2014). Esto debido a la escasez de alimentos y recursos económicos, que son los principales problemas que enfrentan los productores que se refleja en la rentabilidad de su producción ganadera (Velázquez *et al.*, 2011). En México, se genera una diversidad de subproductos y residuos agroindustriales con potencial en la alimentación de rumiantes. La pasta de soya es un concentrado proteico ampliamente utilizado en la alimentación de bovinos debido a su concentración de proteínas de alta calidad y perfil de aminoácidos, que repercuten en un mayor rendimiento de los animales (Fernández-Turren, 2018). Por otro lado, la semilla de ajonjolí es una gran fuente de energía y proteína, debido a que contiene de 17 a 23% de proteína cruda. Sin embargo, el subproducto después de extraer el aceite, o sea, la pasta de ajonjolí contiene de 44 a 50 % de proteína cruda, de 10 a 12% de extracto etéreo, 5 a 7% de



fibra cruda y de 5 a 12% de cenizas (Chiriboga *et al.*, 2014). La pasta de coco o copra presenta una palatabilidad y olor aceptables, en función de su composición química con 21% de proteína bruta, 7.6% de extracto etéreo, 5.8% de cenizas resulta un ingrediente adecuado para dietas en bovinos (Guillén, 2017). El estudio de las características físicas y químicas de estos residuos permite su integración e inclusión en dietas, suplementos, etc., en porcentajes adecuados que permitan la máxima expresión genética del animal (Fernández, 2014). Por lo cual, el objetivo fue determinar la cinética de digestibilidad *in situ* de la pasta de soya, pasta de ajonjolí y pasta de coco.

Materiales y métodos

Localización

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal y Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero; ubicada en el km 197 de la carretera Acapulco-Pinotepa Nacional, Cuajinicuilapa, Guerrero.

Muestra

Las muestras fueron pasta de soya, pasta de coco y pasta de ajonjolí. Estas se deshidrataron a 60°C hasta peso constante en una estufa (Felisa[®] FE-293A, México). Luego, las muestras se molieron con una criba de 1 mm en un molino Thomas-Wiley Mill (Thomas Scientific[®], Swedesboro, NJ. USA).

Prueba In situ

En el ensayo *in situ* se usaron dos vacas fistuladas provistas con cánula ruminal; su manejo fue de manera estabulada. El consumo de la materia seca (MS) de cada vaca se estimó con 3 % del peso vivo (PV). Su ración diaria estuvo compuesta por 70% forraje y 30% de un alimento comercial (API-ABA, 16% de proteína cruda). Los animales se adaptaron durante 11 días antes de iniciar la prueba. El agua se ofreció a libre acceso. En bolsas de poli-seda a peso constante (10 cm x 20 cm con un poro promedio de 40 µm) se colocaron 5 g de las muestras pasta de soya, pasta de coco y pasta de ajonjolí. Las bolsas se sellaron con cinchos de plástico (100 mm de largo X 2.5 mm de ancho) y se incubaron en el rumen de cada vaca durante 3, 6, 9, 12, 24, 48 y 72 h. Para garantizar la permanencia de la muestra en la parte ventral del rumen se usaron cadenas de hierro galvanizado (modificada en un extremo con un gancho de seguridad) con un diámetro de 1.5 cm y 1 m de largo, mismas que se fijaron al tapón de la cánula ruminal.

Las bolsas se remojaron en agua a 39 °C por 10 min antes de colocarlas en rumen. Las bolsas se insertaron en el rumen en orden inverso al tiempo de incubación para retirar simultáneamente todas las muestras después del periodo de incubación. Las bolsas extraídas de rumen se enjuagaron inmediatamente con agua corriente fría hasta que el agua de enjuague fuera clara. Las bolsas de 0 h no se incubaron en rumen, únicamente se enjuagaron con el mismo protocolo que aquellas que se incubaron en rumen. Las bolsas con residuo se secaron a 55 °C por 72 h y se pesaron para determinar desaparición de MS.



La cinética de desaparición *in situ* de MS se estimó mediante un procedimiento de regresión no lineal de SAS (2011) utilizando la ecuación descrita por McDonald (1981): $P = a + b [1 - e^{-c*t}]$; donde: P = desaparición ruminal en el tiempo t (%); a = la fracción degradable rápidamente soluble (%); b = la fracción lenta o potencialmente digestible (%); $a + b$ = la máxima digestibilidad potencial; c = la velocidad a la que b se digiere ($\% h^{-1}$); t = tiempo (h) de incubación en el rumen.

La digestibilidad efectiva (DE) se estimó utilizando la ecuación descrita por Orskov y McDonald (1979): $DE = a + [b * c / (c+k)]$; donde: a , b , c como se describen anteriormente y k = tasa de salida ruminal ($\% h^{-1}$).

Análisis estadístico

La evaluación de los tiempos de digestibilidad *in situ* y las variables de la cinética de digestibilidad se hicieron utilizando el modelo MIXED de SAS[®] (2011). El modelo estadístico fue: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$; donde Y_{ij} es el parámetro, μ es la media general, α_i es el efecto de la vaquilla (1-2), β_j es el efecto del tratamiento y ϵ_{ij} es el error residual. Las diferencias entre las medias de los tratamientos se determinaron mediante la opción PDIFF de LSMEANS en SAS[®] (2011) y se declararon significativas a $p < 0.05$.

Resultados y discusión

La Figura 1 muestra que la digestibilidad a las 12 h fue mayor en la pasta de ajonjolí, seguido por la pasta de soya y por último la pasta de coco ($p < 0.05$). La digestibilidad de las 24 a 72 h de la pasta de ajonjolí y la pasta de soya no presentaron diferencias ($p > 0.05$), pero mayores que la pasta de coco ($p < 0.05$). Los resultados de la digestibilidad a las 72 h de la pasta de soya y de coco (Figura 1) fueron 43.2 y 17.3% mayor a lo reportado por Hernández-Morales (2016) en condiciones *in vitro* para la pasta de soya y pasta de coco, respectivamente. Las digestibilidades que se cuantificaron de las pastas son consecuencia del contenido celular que poseen, dado que altas digestibilidades de materia seca son consecuencia de una baja concentración de fibra detergente neutro (FDN) y la fibra detergente ácido (FDA) (Apráz et al., 2012).

La pasta de soya presentó la mayor digestibilidad potencial ($A+B$; $p < 0.05$), del cual 17% representa la fracción digestible rápidamente (A) y 83% representa la fracción de lenta digestibilidad (B ; Tabla 1). Es importante destacar, la tasa de digestibilidad de B (c) fue mayor en la pasta de ajonjolí con $31.5\% h^{-1}$; mientras que la tasa de salida ruminal fue de $13\% h^{-1}$. Esto dio como resultado la mayor digestibilidad efectiva (DE; $p < 0.05$) de la pasta de ajonjolí (Tabla 1).

Además, las variables de cinética de digestibilidad *in situ* mostraron diferencias entre las pastas evaluadas. La pasta de ajonjolí presentó la mayor A , c , k y DE; mientras la pasta de soya fue mayor en las variables B y $A+B$ (Tabla 1; $p < 0.05$). Los valores de A de la pasta de soya (Tabla 1) fue inferior, mientras que B y DE fueron mayores a lo reportado por Fernández-Turren et al. (2018); quienes evaluaron la digestibilidad *in situ* de dos presentaciones de soya (pasta y pellets), utilizando 3 vacas no lactantes (peso promedio: 516 ± 25 kg) provistas de cánula ruminal y alimentadas de forma estabuladas con una dieta formulada para cubrir los requerimientos de mantenimiento.

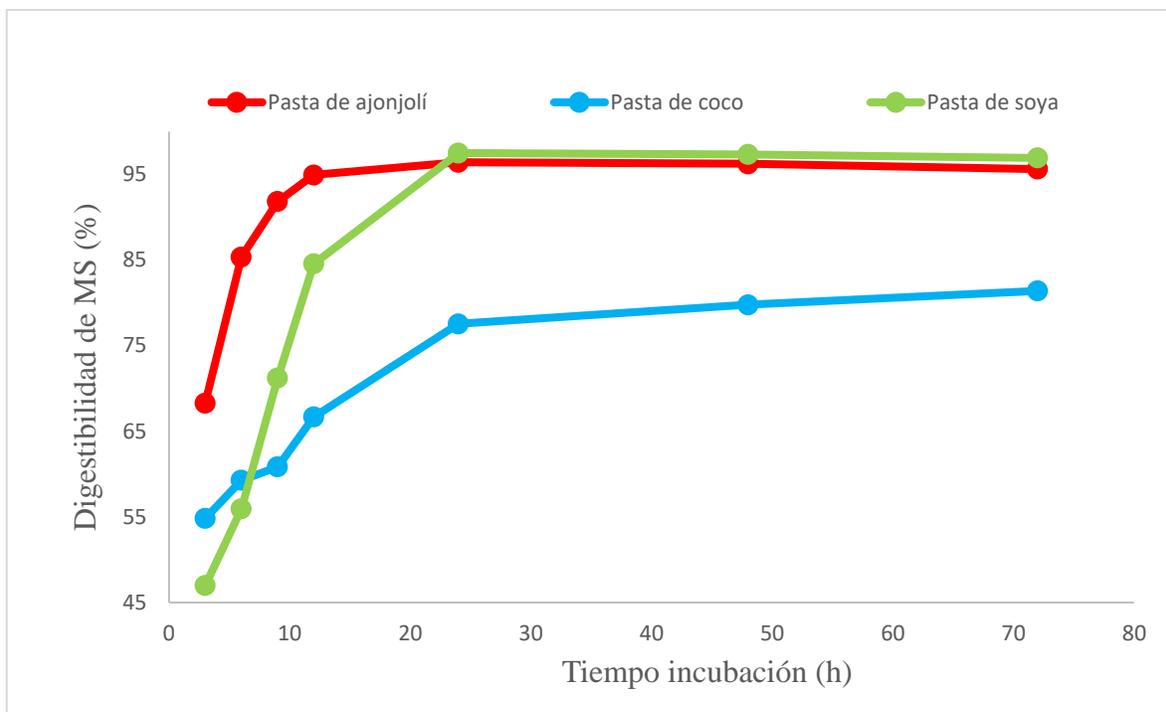


Figura 1. Digestibilidad *in situ* de las pastas de ajonjolí, coco y soya.

Tabla 1. Características de digestibilidad *in situ* de pasta de ajonjolí, coco y soya.

| Variable | Pasta Ajonjolí | Pasta Coco | Pasta Soya |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| A (%) | 27.03 ^b | 45.18 ^a | 17.03 ^c |
| B (%) | 69.12 ^b | 36.83 ^c | 81.42 ^a |
| A+B (%) | 96.15 ^b | 82.01 ^c | 98.46 ^a |
| c (% h ⁻¹) | 0.315 ^a | 0.070 ^c | 0.124 ^b |
| k (% h ⁻¹) | 0.130 ^a | 0.042 ^b | 0.048 ^b |
| DE (%) | 89.91 ^a | 67.85 ^c | 77.92 ^b |

^{a,b,c} Valores promedio con distinta letra en una misma fila son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

A = fracción digestible rápidamente soluble; B = fracción lenta o potencialmente digestible; A+B = máxima digestibilidad potencial; c = velocidad a la que B se digiere; k = tasa de salida ruminal; DE = digestibilidad efectiva.

Conclusión

La pasta de ajonjolí representa una opción para su inclusión en la alimentación de bovinos en el trópico, y podría considerarse para sustituir a la pasta de soya sin afectar los parámetros productivos de los bovinos.



Referencias bibliográficas

- Apráez 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.
- Chiriboga, G., Uzcátegui, E., De la Torre, R. 2014. Evaluación nutricional de la pasta de ajonjolí (*Sesamun indicum L.*) como sustituto de la pasta de soya en el crecimiento de codornices (*Coturnix coturnix*). Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias e Ingeniería, Diego de Robles. 6(1): 13-18 pp.
- 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, M. 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. Universidad Autónoma de Guerrero. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2. 66 pp.
- Guillén, R. S. 2017. Uso de glicerol más rastrojo y pasta de coco como suplementos en ovejas Rambouillet en pastoreo. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Agronomía y Veterinaria. 72 pp.
- Sánchez-Santillán P. 2010. Extractos fibrolíticos fúngicos como modificadores de la fermentación ruminal *in vitro*. Tesis Maestría. Colegio de postgraduados. Texcoco, Edo. México. 100 pp.
- Velázquez, A. J., González R. M., Bórquez, J., Domínguez, I. A., y Perezgrovas, R. 2011. Composición química y producción de gas *in vitro* de dietas con vainas de *acacia farnesiana*. *Archivos de Zootecnia*. 60 (231): 637 645 pp.