













## Comparación del pH y la materia seca en tres procesos de ensilaje con forraje de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en el trópico seco de México

J. Alonso-Galeana<sup>1</sup> , E. J. Mireles Martínez , I. Gutiérrez Segura , M. T. Valencia Almazan , I. Jáuregui Plata , R. Cuicas Huerta , V. Guadarrama Trujillo , L. Corona Gochi<sup>2</sup> , A. García Pérez<sup>2</sup> , R. Rodríguez Hernández<sup>3</sup> 

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 1, Universidad Autónoma de Guerrero. México.

### Comparison of pH and dry matter on three silage processes whit sesame forage (*Sesamum indicum*) in tropical dry climates of Mexico

**Abstract.** The objective of this study was to compare the pH and dry matter (DM) in three silage processes with sesame (*Sesamum indicum*) forage in tropical dry climates. Experiments were carried out at the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechnics No. 1 of Universidad Autónoma de Guerrero, México. In experiment 1, corn forage mixed with sesame forage was ensiled (T1: 100:00, T2: 75:25, T3: 50:50, T4:25:75 and T5: 00:100%, respectively). In experiment 2, sesame forage mixed with molasses was ensiled (T1:0, T2:4, T3:8 and T3:12%, respectively). In experiment 3, sesame forage alone (T1) and combined with molasses 8% (T2), pre-dried forage sesame alone (T3) and combined with molasses 8% (T4) were ensiled with six replicates per treatment. Completely randomized experimental designs were used. All experiments showed differences between treatments ( $p < 0.0001$ ). In experiment 1, the lowest pH was for T1 with value of 3.88, in experiment 2 it was for T4 with value of 3.94, and experiment 3 it was for T2 with value of 4.00. For DM, the content was higher for T1 with 28.55%, in experiment 2 it was for T4 with 27.63%, and in experiment 3 the highest DM content was for T1 with 36%. However, the values for pH and DM are acceptable for all treatments. Therefore, it is concluded that ensiling sesame forage mixed with corn or molasses improves fermentation and increases DM content. However, it is necessary to carry out further evaluations of its physicochemical properties and determine the nutritive value for its use in feeding ruminants.

**Keywords:** silage, forage, sesame, molasses, microsilo.

**Resumen.** El objetivo de este estudio fue comparar el pH y la materia seca (MS) en tres procesos de ensilaje con planta de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en climas del trópico seco. Los experimentos se realizaron en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 1 de la Universidad Autónoma de Guerrero. En el experimento 1, se evaluó ensilado mixto de maíz y ajonjolí (T1: 100:00, T2: 75:25, T3: 50:50, T4: 25:75 y T5: 00:100%, respectivamente). En el experimento 2 se evaluó ensilado de ajonjolí mezclado con melaza (T1:0, T2:4, T3:8 y T4:12%, respectivamente) En el experimento 3 se evaluó ensilado de ajonjolí fresco solo (T1), con melaza 8% (T2), ajonjolí presecado solo (T3) y con melaza 8% (T4), con seis replicas por tratamiento. Los diseños experimentales fueron completamente al azar. Todos los experimentos mostraron diferencia estadística ( $p < 0.0001$ ) entre tratamientos. En el experimento 1, el pH más bajo fue para el T1 con un valor de 3.83, en el experimento 2 fue para el T4 con un valor de 3.94 y en el experimento 3 fue para el T2 con un valor de 4.00. Para la MS, el contenido fue mayor para el T1 con 28.55%, en el experimento 2 fue para el T4 con 27.63% y en el experimento 3 fue para el T3 con 36.00%. Sin embargo, los valores de pH y MS son aceptables para todos los tratamientos. Por lo tanto, se concluye que al ensilar forraje de ajonjolí mezclado con forraje de maíz o melaza

<sup>1</sup>Autor para la correspondencia: [mvzalonshe@hotmail.com](mailto:mvzalonshe@hotmail.com)

<sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México;

<sup>3</sup>Instituto de Ciencia Animal de Cuba.

se logra una mejor fermentación y se incrementa el contenido de MS. Sin embargo, es necesario realizar evaluaciones posteriores de sus propiedades físico-químicas y determinar el valor nutritivo para su uso en la alimentación de los rumiantes.

**Palabras claves:** ensilado, forraje, ajonjolí, melaza, microsilos.

## Comparação de pH e matéria seca em três processos de silagem com forragem de gergelim (*Sesamum indicum*) nos trópicos secos do México

**Resumo.** O objetivo deste estudo foi comparar o pH e a matéria seca (MS) em três processos de silagem com sementes de gergelim (*Sesamum indicum*) em climas tropicais secos. Os experimentos foram realizados na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia nº 1 da Universidade Autônoma de Guerrero. No experimento 1, foi avaliada a silagem mista de milho e gergelim (T1: 100:00, T2: 75:25, T3: 50:50, T4: 25:75 e T5: 00:100%, respectivamente). No experimento 2 avaliou-se a silagem de gergelim misturado com melação (T1:0, T2:4, T3:8 e T4:12%, respectivamente). , gergelim pré-seco sozinho (T3) e com 8% de melação (T4), com seis repetições por tratamento. Os delineamentos experimentais foram inteiramente casualizados. Todos os experimentos apresentaram diferença estatística ( $p < 0,0001$ ) entre os tratamentos. No experimento 1, o menor pH foi para T1 com valor de 3,83, no experimento 2 foi para T4 com valor de 3,94 e no experimento 3 foi para T2 com valor de 4,00. Para MS o teor foi maior para T1 com 28,55%, no experimento 2 foi para T4 com 27,63% e no experimento 3 foi para T3 com 36,00%. No entanto, os valores de pH e MS são aceitáveis para todos os tratamentos. Portanto, conclui-se que ao ensilar a forragem de gergelim misturada com forragem de milho ou melação, consegue-se uma melhor fermentação e aumenta-se o teor de MS. No entanto, faz-se necessária a realização de novas avaliações de suas propriedades físico-químicas e determinação do valor nutricional para sua utilização na alimentação de ruminantes.

**Palavras-chave:** silagem, forragem, gergelim, melação, microsilos.

## Introducción

Los pastos y los forrajes nativos son la base de la alimentación de los rumiantes y de menor costo, sobre todo en la ganadería extensiva de las regiones del trópico seco. Sin embargo, en estas regiones la calidad y producción de los forrajes nativos son estrictamente estacionales; con abundante disponibilidad y buena calidad en el periodo de lluvias y limitadas en el periodo seco (Chalate *et al.*, 2010, Mireles *et al.*, 2015). Debido a que el periodo seco es prolongado, las restricciones alimenticias durante este tiempo afectan negativamente los procesos productivos y reproductivos de los animales, llegando a ser muy críticas que los animales no cubren sus requerimientos para mantenimiento (Church *et al.*, 2001; Mireles, 2015)

Una de las estrategias para hacer frente a esta problemática es la conservación de forrajes en forma de ensilado. Los cultivos más importantes para ensilar a nivel mundial son maíz, sorgo y gramíneas forrajeras, aunque también se ensilan trigo, avena, alfalfa y algunas oleaginosas, esto en busca de disponer de mejores insumos alimenticios en épocas de escasez (Romero, 2004; Garcés *et al.*, 2004; McDonald *et al.*, 2006; Klein, 2010; Opsi *et al.*, 2013). Con esta finalidad, García y León

(2017) realizaron un trabajo sobre la composición química de la planta y ensilado de ajonjolí en la región de Tierra Caliente, y concluyen, que es viable su uso en la alimentación de los rumiantes, por tener un mayor contenido proteico y energético en relación con las gramíneas. En Brasil, Sousa *et al.* (2019) al comparar forraje de ajonjolí con forrajes convencionales, concluyen que proporciona una mayor seguridad alimentaria para los rumiantes que los forrajes convencionales. Por ser, el ajonjolí una oleaginosa con un contenido proteico superior a los pastos (Weiss, 2000; Gracias, 2019; Alonso *et al.*, 2017; Sousa *et al.*, 2019) es factible introducir su uso entre los ganaderos de la región como fuente de forraje en forma de ensilado, que garantice un mejor nivel proteico y energético, adicionalmente, el ajonjolí es un cultivo tradicional en la región, que demanda pocos insumos, adaptable a climas del trópico seco, con mínimos requerimientos nutricionales, se adapta a suelos pobres y arcillosos; no aptos para el cultivo de maíz y sorgo y contribuye a la fijación del nitrógeno (Weiss, 2000; Cruz, 2003; Joaquín, 2003; Ayana, 2015; Gracias, 2019).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue comparar el pH y MS en tres procesos de ensilaje a base de planta de ajonjolí en climas del trópico seco.

## Materiales y Métodos

Los experimentos se realizaron en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No.1 de la Universidad Autónoma de Guerrero, que se ubica en Cd. Altamirano, Guerrero. México. En el 2015 se sembró una parcela de ajonjolí y maíz de 50 x 50 m en los terrenos de la facultad. Las plantas de ajonjolí y maíz se cosecharon a los 80 y 70 días de edad, respectivamente. El corte se realizó manualmente, a una altura de 5 y 10 cm del suelo, en un estado maduro para la planta de ajonjolí, mientras que la planta de maíz se cosechó en estado lechoso-masoso. Para los ensilados con planta de ajonjolí presecada, después del corte se deshidrató en el campo por 24 h. El picado del forraje se realizó en un molino forrajero (capacidad: 6.5 HP) a un tamaño de partícula de 3 a 5 cm. Del forraje picado se pesaron las proporciones correspondientes a cada tratamiento, hasta completar 5 kg de la mezcla total. Los pesos se realizaron en una báscula digital Torrey (capacidad 40 kg) y la mezcla se realizó manualmente. Una vez, completamente homogénea la mezcla, el material fibroso se introdujo en bolsas de polietileno (600 x 600 mm), las cuales se compactaron manualmente y se sellaron con cinta adhesiva para evitar la entrada de aire. Se evaluaron tres experimentos con sus respectivos tratamientos, cada tratamiento con seis repeticiones. Experimento 1: Evaluación del ensilado mixto de maíz y ajonjolí.

*Tratamiento.* T1: maíz 100% + ajonjolí 0%, T2: maíz 75% + ajonjolí 25%, T3: maíz 50% + ajonjolí 50%, T4: maíz 25% + ajonjolí 75% y T5: maíz 0% + ajonjolí 100%. Experimento 2: Evaluación del ensilado de ajonjolí con inclusión de diferentes porcentajes de melaza. *Tratamientos.* T1: ajonjolí 100% + melaza 0%, T2: ajonjolí 96% + melaza 4%, T3: ajonjolí 92% + melaza 8% y T4: ajonjolí 88% + melaza 12%. Experimento 3: Evaluación del ensilado de ajonjolí fresco y presecado con inclusión de melaza. *Tratamientos.* T1: ajonjolí fresco 100% + melaza 0%, T2: ajonjolí fresco 92% + melaza 8%, T3: ajonjolí presecado 100% + melaza 0% y T4: ajonjolí presecado 92% + melaza 8%. La MS de la planta fresca de ajonjolí fue de 26.12%, ajonjolí presecado 36.93% y forraje de maíz 36.28%. Los microsilos fueron abiertos a los 64 días posteriores e inmediatamente se procedió a determinar el pH y se realizó la lectura con un potenciómetro (Modelo: pH 212, marca: Hanna Instruments). Con una segunda muestra de 100 g, se determinó MS, igual que del material antes de ensilar de acuerdo a la AOAC (1990). El diseño de los experimentos fue completamente al azar. Las variables de interés fueron pH y MS. Los valores se sometieron a un análisis de varianza, usando el paquete estadístico InfoStat. Para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey (Di Rienzo *et al.*, 2008).

## Resultados y Discusión

En el cuadro 1 se muestran los resultados para MS y el pH de los experimentos 1, 2 y 3. Los tres experimentos mostraron diferencia significativa para materia seca ( $p < 0.0001$ ). Se observa, en el experimento 1 el contenido mayor de MS en el T1 con 28.55%, en el experimento 2 fue mayor en el T4 con 27.63% y en el experimento 3 el contenido más alto fue para el T3 con 36.43%. El contenido más bajo de MS se registró para los tratamientos donde se ensiló únicamente ajonjolí, en ambos experimentos. Alonso *et al.* (2017) reporta valores para MS de 22.93% en ensilados de ajonjolí. Sin embargo, Sousa *et al.* (2019) reportan valores de 32.65% para MS en ensilados del mismo forraje. Algunos autores han demostrado que el estado fenológico de la planta tiene influencia directa en la concentración de materia seca de ensilados de diferentes especies forrajeras (Church *et al.*, 2001; McDonald *et al.*, 2006; Opsi *et al.*, 2013). Cuando el forraje de ajonjolí se mezcló con forraje de maíz, se añadió melaza o fue presecado, el contenido de MS registrado se encuentra dentro de los parámetros establecidos para los ensilados de buena calidad y una fermentación apropiada de diferentes especies forrajeras (Aragadvy *et al.*, 2015; Araiza-Rosales *et al.*, 2015).

El contenido de materia seca de los ensilados fue menor al del forraje antes de ensilar. Según algunos autores, esto puede atribuirse a los afluentes generados durante el proceso de fermentación, a los compuestos volátiles presentes, a la especie forrajera o al procedimiento de ensilaje (Dean *et al.*, 2005; Coan *et al.*, 2005; Pineda *et al.*, 2015). Para el caso del pH, todos los experimentos mostraron diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ). El menor valor en el experimento 1 fue para el T1 con 3.89, en el experimento 2 el valor más bajo fue para el T4 con 3.94 y en el experimento 3 fue para el T2 con 4.00. En ambos experimentos, el valor más alto fue para los tratamientos donde se ensiló únicamente ajonjolí. Alonso *et al.* (2017) reportó un pH de 4.86 en ensilado de ajonjolí. Cañete y Sancha (1998) mencionan que un buen ensilaje debe tener un pH entre 3.7 y 4.2. Según Titterton y Maasdorp (1997) el pH promedio para sorgo es de 4.5. Por otra parte, Ribeiro *et al.* (2007) reportan un pH de 5.0 en ensilados de girasol. El valor del pH de los ensilados en estos experimentos fue más bajo cuando se mezcló con planta de maíz o con melaza, esto se atribuye a una mayor concentración de carbohidratos presentes en las gramíneas y la melaza, lo que genera una mayor

producción de ácido láctico, útil para reducir la proteólisis y pérdidas de nutrientes por fermentación secundaria indeseable, debida al desarrollo de bacterias clostridiales y hongos en ensilados con pH más altos. Además, la

fermentación ácida mejora la estabilidad del ensilado por mayor tiempo (McDonald *et al.*, 2006; Cárdenas *et al.*, 2003; Pineda *et al.*, 2015; Araiza-Rosales *et al.*, 2015).

**Cuadro 1.** Valores de pH y MS de ensilado de ajonjolí en los experimentos 1, 2 y 3.

<b>Experimento 1. Tratamientos</b>	<b>pH</b>	<b>MS %</b>
T1: maíz 100% + ajonjolí 0%	3.83d	28.55a
T2: maíz 75% + ajonjolí 25%	3.86cd	26.96b
T3: maíz 50% + ajonjolí 50%	3.96c	25.53c
T4: maíz 25% + ajonjolí 75%	4.29b	23.05d
T5: maíz 0% + ajonjolí 100%	5.22a	21.75e
EE±	0.03	0.4
P. valor	0.0001	0.0001
<b>Experimento 2. Tratamientos</b>	<b>pH</b>	<b>MS %</b>
T1:ajonjolí 100% + melaza 0%	5.22a	21.75d
T2:ajonjolí 96% + melaza 4%	4.04b	23.93c
T3:ajonjolí 92% + melaza 8%	4.00bc	25.78b
T4:ajonjolí 88% + melaza 12%	3.94c	27.63a
EE±	0.03	0.4
P. valor	0.0001	0.0001
<b>Experimento 3. Tratamientos</b>	<b>pH</b>	<b>MS %</b>
T1:ajonjolí fresco 100% + melaza 0%	5.22a	21.75d
T2:ajonjolí fresco 92% + melaza 8%	4.00d	25.78c
T3:ajonjolí presecado 100% + melaza 0%	4.91b	36.43a
T4:ajonjolí presecado 92% + melaza 8%	4.34c	34.10b
EE±	0.03	0.33
P. valor	0.0001	0.0001

Valores con diferentes literales son estadísticamente diferentes (P < 0001)

### Conclusión

De acuerdo a los valores de pH y MS determinados en los experimentos se concluye que la conservación del forraje en ensilajes mixtos de maíz-ajonjolí en una proporción de 75:25 y ajonjolí-melaza 8% garantizan una fermentación más ácida e incrementan el contenido de materia seca, así

también, el presecado de la planta de ajonjolí aumenta el contenido de materia seca del ensilado. Sin embargo, es necesario realizar evaluaciones posteriores sobre sus propiedades físico-químicas y determinar el valor nutritivo para su uso en las dietas de los rumiantes.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés

### Literatura Citada

- Alonso, G. J., Rodríguez, H. R., Mireles, M. E. J., Valencia, A. M. T., García, V. C., León, B. R., Ponce, C. J. L. and Cuicas, H. R. 2017. 2017. Yield and chemical composition of green foliage, seed and straw sesame (*Sesamum indicum*) in Tierra Caliente, Mexico. 54<sup>a</sup> Reunión Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasil.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. Association of official analytical chemistry. 16th ed. Washinton, DC.
- Ayana, N. G. 2015. Status of production and marketing of Ethiopian sesame seed (*Sesamum indicum* L.): a review. Agric. Biol. Sci. J. 1, 217-223.
- Araiza-Rosales, E. E., Delgado-Licón, E., Carrete-Carreón, F. O., Medrano-Roldan, H., Solís-Soto, A., Rosales-Serna, R. y Haubi-Segura, C. U. 2015. Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz complementados con manzana y melaza. Ecosistemas y recursos agropecuarios. Vol. 2.no. 6
- Aragadvay, Y. R. G., Rayas, A. A. A., Heredia, N. D., Estrada, F. J. G., Martínez, C. E. y Arriaga, J. C. M. 2015. Evaluación *in vitro* del ensilado de girasol (*Helianthus annuus* L.) solo y combinado con ensilaje de maíz. Revista Mexicana de Cencías Pecuarias. 63:315-327.

- Cañete, M. V. y Sancha, J. I. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de rumiantes. S.A. Munidi Prensa. 260p.
- Chalate-Molina, H., Gallardo-López, F., Pérez-Hernández, P., Lang-Ovalle, F. P., Ortega-Jiménez, E. y Vilaboa-Arroniz, J. 2010. Características del sistema de producción bovinos de doble propósito en el estado de Morelos, México. *Zootecnia Tropical*. 28:329-339.
- Coan, R. M., Reis, R. A., Bernardes, T. F., Poiatti M. L., Pedreira, M. S., Schocken, R. P. 2005. Composição química e padrão de fermentação de silagens de Tifton 85 com diferentes conteúdos de umidade. *ARS Veterinária, Jaboticabal, SP*: 21:168-174.
- Cruz, H. E. 2003. Importancia del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en México. Monografía. Departamento de fitomejoramiento. División de Agronomía. Universidad Autónoma, Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.
- Church, D. C., Pond, w. G. y Pond, K. R. 2001. Fundamentos de Nutrición y Alimentación Animal. 2ª edición. Limusa
- Dean, D. B., Adesogan, A. T., Krueger, N. and Littell, R. C. 2005. Effect of fibrolytic enzymes on the fermentation characteristics, aerobic stability, and digestibility of bermudagrass silage. *Journal of Dairy Science* 88:994-1003
- Di Reinzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., Roble, C. W. 2008. InfoStat, version 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad de Córdoba, Argentina.
- Garcés, M. A. M., Berrio, R. L., Ruíz, A. S., Serna, L. J. G. y Builes, A. A. F. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol. 1 Núm. 1, 66-71. [Redalyc.Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado](#)
- Gracias, T. L. Á. 2019. Establecimiento y comercialización del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en las condiciones del municipio de el Carmen de Bolívar. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria\\_agronomica/125](https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/125)
- García, V. C. y León, B. R. 2017. Producción de biomásas y composición química de la planta de ajonjolí (*Sesamum indicum*) en la región de Tierra Caliente estado de Guerrero-México. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 1 de la Universidad Autónoma de Guerrero. México.
- Joaquín, T. I. 2003. Manual para producir ajonjolí en la Tierra Caliente de Guerrero y Michoacán. INIFAP, Centro de Investigación Regional del Pacífico Sur, Campo Experimental Iguala. Folleto Técnico No. 10; 32 p.
- Klein, F. R. 2010. Ensilaje de alfalfa. Estación experimental Remehue. INIA. 123p
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhagh, J. F. D. y Morgan, C. A. 2006. *Nutrición Animal*. 6ª edición. Acribia.
- Mireles, E. J., Rodríguez, D., Jordán, H., Ramírez, A. H., García, A. and Gutiérrez, I. 2015. Indicadores productivos de corderos en praderas nativas, suplementados con *Acacia cochliacantha*, en el trópico seco de Guerrero, México. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 49(3), 339-348. [cjas09315.pdf \(sld.cu\)](#)
- Mireles, M. E. J. 2015. Producción de corderos en praderas nativas suplementados con vaina de *Acacia cochliacantha*, en el trópico seco. Tesis doctoral. Instituto de Ciencia Animal de Cuba.
- Opsi, F., Fortina, R., Borreana, G., Tabacco, E., Bodas R. and López, S. 2013. Influence of cultivar, sowing date and maturity at harvest on yield, digestibility and rumen fermentation kinetics and estimated feeding value of maize silage. *Journal of Agriculture Science*. 151, 740-753. <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859612000925>
- Pineda, C. L., Chacón, H. P. y Boschini, F. C. 2015. Evaluación de la calidad del ensilado de pasto estrella africana (*Cynodon nlemfluensis*) mezclado con tres diferentes aditivos.
- Ribeiro, P. L. G., Gonçalves, L. C., Rodríguez, N. M., y Ribeiro, T. R. 2007. Ensilaje de girasol como opción forrajera. Jornada sobre producción y utilización de ensilajes. Brasil.
- Romero. L. 2004. Ensilaje de leguminosas con énfasis en alfalfa y soja. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
- Sousa, A. D., Loiola, E. R., Rodrigues, N. R., Rocha, B. L., Jácome, A. M., Lopes, S. A., Viana, D. L. and Lopes, O. R. 2019. Sesame production and composition compared with conventional forages. *Chilean Journal of Agricultural Research*. Vol. 79, no. (4), 586-595. [Sesame production and composition compared with conventional forages \(readcube.com\)](#)
- Titterton, M. & Maasdorp, B. V. 1997. Nutritional improvement of maize silage for dairying: mixed crop silages from sole and intercropped legumes and a long season variety of maize. 2. Pp 263-270
- Weiss, E. A. 2000. *Oilseed Crops*. Malden: Blackwell Science, Scientific Research Publishing, 259-273