

Valor nutritivo de ensilados de soya y pasto buffel en diferentes proporciones

Jonathan Raúl Garay-Martínez¹
Fernando Lucio-Ruíz²
Juan Eduardo Godina-Rodríguez³
Santiago Joaquín-Cancino²
Jorge Alonso Maldonado-Jáquez⁴
Lorenzo Danilo Granados-Rivera^{5,§}

1 Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP. Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México. (garay.jonathan@inifap.gob.mx).

2 Facultad de Ingeniería y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Campus Victoria, Edificio Centro de Gestión del Conocimiento, 4to. Piso. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. CP. 87120. (lucioruizfernando@outlook.com; sjoaquin@docentes.uat.edu.mx).

3 Campo Experimental Uruapan-INIFAP. Colonia Revolución, Uruapan, Michoacán, México. CP. 60150. (juanegodina@gmail.com).

4 Campo Experimental La Laguna-INIFAP. Boulevard José Santos Valdez 1200 Pte. Matamoros, Coahuila. CP. 27440. (maldonado.jorge@inifap.gob.mx). maldonado.jorge@inifap.gob.mx

5 Campo Experimental General Terán-INIFAP. General Terán, Nuevo León, México. CP. 67400.

Autor para correspondencia: granados.danilo@inifap.gob.mx.

Resumen

Durante la época seca se reduce la disponibilidad de forraje, por ello es conveniente conservar el forraje y de preferencia este debe contener alto valor nutritivo. El objetivo del presente estudio fue evaluar el valor nutritivo de ensilados en diferentes proporciones de forraje de soya y pasto buffel en condiciones subtropicales. Los tratamientos fueron tres combinaciones de forraje: S50B50 (50% forraje de soya + 50% forraje de pasto buffel), S25B75 (25% forraje de soya + 75% forraje de pasto buffel) y B100 (100% forraje de pasto buffel). Las variables evaluadas fueron: proteína cruda (PC), fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, extracto etéreo y energía metabolizable. Los datos se analizaron con base en un diseño completamente al azar con tres repeticiones y la comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$). El tratamiento S50B50 presentó los mayores valores de PC (128 vs 65 g kg⁻¹) y EE (28 vs 21 g kg⁻¹) en comparación con B100, quien tuvo los mayores valores de fibra detergente neutro (692 vs 513 g kg⁻¹) y fibra detergente ácido (408 vs 355 g kg⁻¹). Los tratamientos S25B75 y B100 presentaron valores similares ($p > 0.05$) de EM, 1.43 y 1.54 Mcal kg⁻¹, respectivamente; los cuales fueron superados por S50B50 en 15% (1.71 Mcal kg⁻¹). El ensilado de soya y pasto buffel podría ser alternativa para la alimentación de rumiantes durante época de estiaje, en particular, la combinación de 50% forraje de soya y 50% pasto buffel se obtiene el mejor perfil nutrimental.

Keywords:

complementación alimenticia, conservación de forraje, nutrición de rumiantes.

En el noreste de México durante el verano la precipitación es abundante y escasa el resto del año (Vargas *et al.*, 2007). Esto tiene una relación directa con la producción de forraje, que se presenta de manera estacional; con abundancia en los meses de máxima precipitación (mayo-octubre), donde los pastos llegan a tener su máxima producción de biomasa, reportándose tasas de crecimiento de hasta $140 \text{ kg ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$, en contraste durante los meses de mínima precipitación, el crecimiento del pasto es relativamente nulo (Garay *et al.*, 2019).

Aunado a la disminución en la producción de forraje, el valor nutritivo de este es deficiente, el cual presenta valores de proteína cruda y digestibilidad menores a 50 y 400 g kg^{-1} , respectivamente (Ávila, 2013), por lo que no se logra cubrir los requerimientos de los rumiantes a través de forraje y en especial la proteína (Belachew *et al.*, 2013).

Una alternativa para contrarrestar la falta de disponibilidad de forraje durante la época seca es la conservación de forraje, el cual puede ser mediante el ensilado. Con este método, se conservó gran parte del valor nutritivo del forraje y con ello se reduce significativamente la utilización de concentrados durante la época de estiaje (Garcés *et al.*, 2004).

Para incrementar el valor nutritivo de los ensilados de gramíneas se han realizado mezclas con leguminosas, como es el caso del maíz con forraje de soya (Ni *et al.*, 2018). En este sentido Cheng *et al.* (2021), al evaluar mezclas de forraje de soya y maíz en proporciones de 25:75 y 50:50, reportaron diferencias significativas en los contenidos de proteína cruda (99 vs 147 g kg^{-1}) y la digestibilidad *in vitro* (732 vs 787 g kg^{-1}).

El pasto buffel [*Pennisetum ciliare* (L.) Link. (Sin. *Cenchrus ciliaris* L.)] es un forraje adaptado y de uso frecuente en el noreste de México, principalmente por ser una gramínea de rápido crecimiento y porque tolera la sequía y el pastoreo intensivo (Garay-Martínez *et al.*, 2017); sin embargo, su valor nutritivo es bajo, a las 8 semanas presenta contenidos de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de ≈ 74 y $\approx 563 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente (Garay *et al.*, 2020).

Por otra parte, el forraje de soya [*Glycine max* (L.) Merrill] puede ser una alternativa para la complementación de la alimentación de rumiantes, en especial, durante la época seca (Ávila *et al.*, 2014), ya que presenta contenidos de proteína cruda y digestibilidad de ≈ 200 y $\approx 600 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente (Díaz *et al.*, 2003; Touno *et al.*, 2014), por lo que la combinación de ambos forrajes podría generar un ensilado con deseables características nutrimentales. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el valor nutritivo de ensilados en diferentes proporciones de forraje de soya y pasto buffel en condiciones subtropicales.

El estudio se realizó en condiciones de temporal de septiembre a diciembre de 2019, en la Posta Zootécnica de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, ubicada en el municipio de Güémez, Tamaulipas, México. Las coordenadas geográficas son $23^{\circ} 56' 26.5''$ latitud norte y $99^{\circ} 05' 59.9''$ longitud oeste, a 193 msnm. El clima del lugar es de tipo BS1(h) hw (Vargas *et al.*, 2007). El suelo es de textura arcillosa, con pH de 8.3 , la relación de absorción de sodio es de 0.19 , con contenidos de materia orgánica y nitrógeno de 4.2 y 0.25% , respectivamente (Garay-Martínez *et al.*, 2018).

Los tratamientos evaluados fueron ensilados de diferentes proporciones de pasto buffel y soya: S50B50 (50% forraje de soya + 50% forraje de pasto buffel), S25B75 (25% forraje de soya + 75% forraje de pasto buffel) y B100 (100% forraje de pasto buffel). El forraje de soya utilizado fue de la variedad comercial Huasteca 200, la cual se cosechó a 13 semanas después de la siembra y se encontraba en la etapa reproductiva R 6.0 (Fehr *et al.*, 1971). El pasto buffel se cosechó de una pradera que tenía 10 semanas de rebote y se encontraba al inicio de la floración.

Para el cultivo de la soya, la preparación de terreno y control de malezas y plagas se realizó de acuerdo con el paquete tecnológico para la producción de soya en el estado de Tamaulipas (Maldonado *et al.*, 2007). La siembra se realizó el 07 de septiembre del 2019, en surcos a 0.8 m



de distancia, donde se depositó la cantidad de semilla suficiente para asegurar 20 ±2 plantas por metro lineal y con ello obtener una densidad de ≈250 000 plantas ha⁻¹.

Dos días antes de elaborar los ensilados, de cada forraje se tomaron tres muestras, las cuales se separaron en componentes morfológicos: hoja (foliolo + raquis + peciolo), tallo, vaina (valva + semilla) y material muerto (# 60% del tejido clorótico) y se siguió la metodología descrita por Garay-Martínez *et al.* (2018) para determinar el rendimiento de forraje y contenido de materia seca (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento de forraje y composición morfológica del forraje de soya (*Glycine max* var. Huasteca 200) y pasto buffel (*Pennisetum ciliare* cv H-17) al momento de hacer los ensilados.

Forraje	MVT	MST	MS	Hoja	Tallo	Vaina*	MM
	(t ha ⁻¹)						
Huasteca 200	14.17	4.25	30	44	21	25	10
Pasto buffel	7.69	2.69	35	50	35	-	15

MVT= materia verde total; MST= materia seca total; MS= materia seca; MM= material muerto; * = vaina incluye valvas y grano.

Para elaborar los ensilados, se cosecharon 100 kg de forraje de cada material, los cuales se cortaron a 5 y 10 cm sobre el nivel del suelo para el pasto buffel y soya, respectivamente. Dicho forraje se picó a un tamaño de partícula de 2 ±0.5 cm. Posteriormente, a cada forraje picado, por separado se agregó el 2% de melaza (disuelta en agua en proporciones 1:1) en base materia húmeda y se homogenizó.

El forraje se pesó y mezcló en las diferentes proporciones para obtener los tratamientos descritos anteriormente. Dichas mezclas se depositaron en microsilos de PVC (6" x 40 cm, con tapa fija en un extremo), se compactaron y se sellaron con una capa de polietileno fijada con cinta adhesiva para ductos.

Los microsilos se almacenaron y trascurridos 90 días se abrieron y se obtuvieron muestras para analizarlas. La proteína cruda y extracto etéreo (g kg⁻¹) se determinaron mediante la metodología descrita por la (AOAC, 2019). La fibra detergente neutro y fibra detergente ácido (g kg⁻¹), se determinaron mediante el procedimiento descrito por Van Soest *et al.* (1991). La energía metabolizable (Mcal kg⁻¹) se estimó usando el modelo de la AFRC (1993). Los datos se analizaron con el procedimiento GLM de SAS (2002) con base en un diseño completamente al azar con tres repeticiones. La comparación de medias se efectuó mediante la prueba de Tukey ((= 0.05).

El valor de PC fue diferente ($p < 0.01$) entre tratamientos evaluados, siendo la combinación en partes iguales de forraje de soya y pasto buffel (S50B50) la que tuvo el mayor valor; el cual fue 38 y 97% mayor, en comparación con los tratamientos S25B75 y B100, respectivamente. Lo anterior, coincide con reportes con ensilados de soya donde se utilizaron combinaciones similares al presente estudio, con la diferencia de que en dichos estudios usaron forraje de maíz o sorgo (Ni *et al.*, 2018) o rastrojo de maíz (Cheng *et al.*, 2021) en lugar de pasto buffel.

Por otro lado, como se puede observar, a medida que se incrementó el pasto buffel disminuyó el valor de PC, esto se debe a la diferencia en el contenido de proteína en el forraje de soya y pasto buffel (Jahanzad *et al.*, 2016).

Asimismo, el hecho de que todos los tratamientos incluyeran melaza ayudó a reducir la pérdida del contenido de PC por un incremento de la proteólisis (Ni *et al.*, 2018), situación que es común en procesos de ensilaje de leguminosas cuando faltan fuentes de carbohidratos solubles. En contraste, cuando se incluyen este tipo de carbohidratos, se favorece una rápida caída del pH durante las etapas iniciales de la fermentación, con lo cual se produce una inhibición de la acción

de las bacterias proteolíticas, lo que conduce a una menor producción de amoníaco-N (Cheng *et al.*, 2021) y en consecuencia existe una menor pérdida de PC, como lo observado en el presente estudio.

Por otra parte, en el presente estudio cuando se agregó 25% de forraje de soya y 75% de pasto buffel, el valor de PC incrementó 43% (de 65 a 93 g kg⁻¹). Con esto se garantiza una actividad óptima de la población de microorganismos del rumen y por ende la digestión adecuada de la fibra, dado que la concentración mínima de PC recomendada en la alimentación de rumiantes en pastoreo es de 70 g kg⁻¹ (Belachew *et al.*, 2013).

Con respecto al contenido de FDN ($p < 0.01$) y FDA ($p < 0.01$) se encontraron mayores contenidos en el ensilado con solo pasto buffel. Lo anterior, se puede explicar por el uso de la melaza, la cual promovió una transformación eficiente de los azúcares a ácido láctico, reduciendo la proteólisis (Rosa *et al.*, 2020). Al respecto, la inclusión de melaza en procesos de ensilaje con forraje de soya provoca una mayor reducción de los valores de pH en los primeros 10 días de fermentación (Rosa *et al.*, 2020), lo cual se asocia con un rápido desarrollo de bacterias productoras de ácido láctico.

El pH ácido inhibe el desarrollo de microorganismos indeseables, con lo cual se conservó un mayor contenido celular en los forrajes, debido a que se favorece la presencia de enzimas celulolíticas. Dichas enzimas actúan sobre la celulosa contenida en la pared celular de las plantas, rompiendo los enlaces glucósidos β -1-4 liberando azúcares, de tal forma que la melaza ayuda a la liberación de azúcares adicionales, con lo cual se propicia un proceso de fermentación más adecuado (Rosa *et al.*, 2020).

En este mismo sentido, el mayor contenido de FDA en el ensilado con sólo pasto buffel, pudo deberse a un menor contenido de hemicelulosa (Rosa *et al.*, 2020), aunado a que este tipo de ensilados se asocian con una mayor presencia de ácidos orgánicos (Ni *et al.*, 2018), los cuales hidrolizan la fracción de pared celular más digestible durante el ensilaje (Larsen *et al.*, 2017) y esto provoca que se reduzca la calidad nutricional de este tipo de ensilados.

El ensilado con proporciones iguales de soya y pasto buffel (S50B50), presentó el mayor valor de EE ($p < 0.01$), 27% superior en comparación con los demás tratamientos (Cuadro 2). Este comportamiento se debió a la mayor proporción de forraje de soya, el cual contenía del 25% de valvas y grano (Cuadro 1) y este último aporta aceite en concentraciones altas (Bernard, 2011).

Cuadro 2. Valor nutritivo de ensilados en diferentes proporciones de soya (*Glycine max*) y pasto buffel (*Pennisetum ciliare*).

Tratamiento	PC	FDN	FDA	EE	EM
S50B50	128a	513c	355b	28a	1.71a
S25B75	93b	596b	389ab	23b	1.54b
B100	65c	692a	408a	21b	1.43b
<i>P-value</i>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

S50B50= 50% forraje de soya + 50% forraje de pasto buffel; S25B75: 25% forraje de soya + 75% forraje de pasto buffel; B100= 100% forraje de pasto buffel; PC= proteína cruda; FDN= fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácido; EE= extracto etéreo; EM= energía metabolizable. Literales diferentes (a, b, c) entre líneas, indican diferencia estadística significativa (Tukey; (= 0.05).

Sin embargo, se debe tener en cuenta que después del proceso de ensilaje los valores de EE tienden a disminuir (Ni *et al.*, 2018; Cheng *et al.*, 2021), la razón de ello aún no se conoce con claridad, pero es posible que dicho compuesto se pierda como efluentes por lixiviación (McDonald *et al.*, 2002).

El valor EM fue 15% mayor (1.71 vs 1.49 Mcal kg⁻¹; $p < 0.01$) en el tratamiento con proporciones iguales de soya y pasto buffel (S50B50), esto es probable se deba a que el valor de EM del pasto

buffel es menor que el de la soya forrajera, lo cual es consistente con los resultados obtenidos por Blaunt *et al.* (2006); Cheng *et al.* (2021).

Conclusiones

Realizar ensilados de soya y pasto buffel podría ser excelente alternativa para la alimentación de rumiantes en época de estiaje, pues el estudio demostró que es un ensilado adecuado para la alimentación de rumiantes. En particular, la combinación de 50% forraje de soya y 50% pasto buffel fue con la que se obtuvo el ensilado con el mejor perfil nutricional.

Bibliografía

- 1 AFRC. 1993. Agricultural and food research council. Energy and protein requirements for ruminants. 1st Ed. CAB International, UK. 176 p.
- 2 AOAC. 2019. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of aoac international. 21st Ed. AOAC International, USA. 700 p.
- 3 Ávila, J. M. 2013. Producción de semilla de los pastos Angleton y medio Bluestem. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. 21 p.
- 4 Ávila, J. M.; Ascencio, G. y Maldonado, N. 2014. Producción y utilización de forraje de soya en bovinos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. 25 p.
- 5 Belachew, Z.; Yisehak, K.; Taye, T. and Janssens, G. P. J. 2013. Chemical composition and in Sacco ruminal degradation of tropical trees rich in condensed tannins. Czech J. Anim. Sci. 58(4):176-192. <https://doi.org/10.17221/6712-CJAS>.
- 6 Bernard, J. K. 2011. Feed concentrates: oilseed and oilseed meals. Ed. Encyclopedia of Dairy Sciences. 2nd Ed. Elsevier, USA. 349-355 pp.
- 7 Blaunt, A. R.; Wright, D. L.; Sprenkel, R. K.; Hewitt, T. D. and Myer, R. O. 2006. Forage soybeans for grazing, hay and silage. 1st Ed. University of Florida, USA. 114 p.
- 8 Cheng, Q.; Li, P.; Xiao, B.; Yang, F.; Li, D.; Ge, G.; Jia, Y. and Bai, S. 2021. Effects of LAB inoculant and cellulase on the fermentation quality and chemical composition of forage soybean silage prepared with corn stover. Grassl. Sci. 67(1):83-90. <https://doi.org/10.1111/grs.12289>.
- 9 Díaz, M. F.; Padilla, C.; Torres, V.; González, A.; Curbelo, F. y Noda, A. 2003. Caracterización bromatológica de variedades de soya (*Glycine max*) en producción de forrajes, forrajes integrales y granos en siembras de verano. Rev. Cuba Cienc. Agric. 37(3):311-317.
- 10 Fehr, W. R.; Caviness, C. E.; Burmood, D. T. and Pennington, J. S. 1971. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. Crop Sci. 11(6):929-931. <https://doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x>.
- 11 Garay, J. R.; Estrada, B.; Bautista, Y.; Bernal-Flores, Á.; Mendoza, S. I.; Martínez, J. C.; Sosa, E. and Joaquín, S. 2020. Forage yield and quality of buffel 'H-17' and *Urochloa* hybrids at different regrowth ages under semi-arid conditions. Grassl. Sci. 66(4):277-284. <https://doi.org/10.1111/grs.12278>.
- 12 Garay, J. R.; Joaquín, S.; Estrada, B.; Martínez, J. C.; Limas, A. G.; Hernández, J. y Rojas A. R. 2019. Producción y cambios morfológicos de *Pennisetum ciliare* cv. H-17 en función de la edad de rebrote y altura de pradera. Acta Universitaria. 29:e2306. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2306>.
- 13 Garay-Martínez, J. R.; Joaquín-Cancino S.; Estrada-Drouaillet, B.; Martínez-González, J. C.; Joaquín-Torres, B. M.; Limas-Martínez, A. G. y Hernández-Meléndez, J. 2018. Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. Ecosist. Rec. Agropec. 5(15):573-581. <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1634>.

- 14 Garay-Martínez, J. R.; Joaquín-Cancino, S.; Estrada-Drouaillet, B.; Martínez-González, J. C. y Limas-Martínez, A. G. 2017. Importancia del pasto buffel (*Pennisetum ciliare* L.) en el estado de Tamaulipas, México. *Agroproductividad*. 10(10):110-115.
- 15 Garcés, A. M.; Roa, L.; Ruiz, S.; Serna de León, J. G. y Builes, A. F. 2004. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*. 1(1):66-71.
- 16 Jahanzad, E.; Sadeghpour, A.; Hashemi, M.; Afshar, R. K.; Hosseini, M. B. and Barker, A. 2016. Silage fermentation profile, chemical composition and economic evaluation of millet and soya bean grown in monocultures and as intercrops. *Grassl. Sci.* 71(4):584-594. <https://doi.org/10.1111/gfs.12216>.
- 17 Larsen, S. U.; Hiort-Gregersen, K.; Vazifehkhoran, A. H. and Triolo, J. M. 2017. Co-ensiling of straw with sugar beet leaves increases the methane yield from straw. *Bioresour. Technol.* 245(A):106-115. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.117>.
- 18 Maldonado, N.; Ascencio, G. y Ávila, V. J. 2007. Guía para cultivar soya en el sur de Tamaulipas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. 83 p.
- 19 McDonald, P.; Edwards, R. A.; Greenhalgh, J. F. D. and Morgan, C. A. 2002. *Animal nutrition*. 6th Ed. Longman scientific and technical, UK. 665 p.
- 20 Ni, K.; Zhao, J.; Zhu, B.; Su, R.; Pan, Y.; Ma, J.; Zhou, G.; Tao, Y.; Liu, X. and Zhong, J. 2018. Assessing the fermentation quality and microbial community of the mixed silage of forage soybean with crop corn or sorghum. *Bioresour. Technol.* 265:563-567. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.05.097>.
- 21 Rosa, L. O.; Pereira, O. G.; Ribeiro, K. G.; Filho, S. C. V. and Cecon, P. R. 2020. Chemical composition in soybean silages with inoculant and molasses. *Cienc. Anim. Bras.* 21:e-58211. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v21e-58211>.
- 22 SAS Institute. 2002. *Statistical Analysis System. User's Guide of SAS Institute Inc.* Cary, USA. 550 p.
- 23 Touno, E.; Kaneko, M.; Uozumi, S.; Kawamoto, H. and Deguchi, S. 2014. Evaluation of feeding value of forage soybean silage as a substitute for wheat bran in sheep. *Anim. Sci. J.* 85(1):46-52. <https://doi.org/10.1111/asj.12091>.
- 24 Van Soest, P. J.; Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74(10):3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).
- 25 Vargas, T. V.; Hernández, R. M. E.; Gutiérrez, L. J.; Plácido, D. C. J. y Jiménez, C. A. 2007. Clasificación climática del estado de Tamaulipas, México. *CienciaUAT*. 2(2):15-19.



Valor nutritivo de ensilados de soya y pasto buffel en diferentes proporciones

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 January 2024
Date accepted: 01 February 2024
Publication date: 02 April 2024
Publication date: March 2024
Volume: 15
Issue: 2
Electronic Location Identifier: e3648
DOI: 10.29312/remexca.v15i2.3648

Categories

Subject: Nota de investigación

Palabras clave:

Palabras clave:

complementación alimenticia
conservación de forraje
nutrición de rumiantes.

Counts

Figures: 0

Tables: 2

Equations: 0

References: 25

Pages: 0