

Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz adicionados con calabaza (*Cucurbita pepo* L.)

Fermentative and nutritional quality of corn silage added with pumpkin (*Cucurbita pepo* L.)

María Teresa Herrera-Longoria*, Alfredo Lara-Herrera**, Rodolfo De la Rosa-Rodríguez**, Rosario Martínez-Blanco**, Elia Esther Araiza-Rosales***✉

Herrera-Longoria, M. T., Lara-Herrera, A., De la Rosa-Rodríguez, R., Martínez-Blanco, R., & Araiza-Rosales, E. E. (2025). Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz adicionados con calabaza (*Cucurbita pepo* L.). *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 33(96), e7779, <https://doi.org/10.33064/icycuaa2025967779>

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad fermentativa y nutritiva de ensilados de maíz con residuos de calabaza (*Cucurbita pepo* L.; RC). Se evaluaron tres tratamientos: T1 (95% maíz, testigo), T2 (67% maíz + 28% RC) y T3 (57% maíz + 38% RC), con seis repeticiones, empleando 18 microsilos, en un diseño completamente al azar y fermentación de 30 días. Se determinó pH, materia seca (MS), proteína cruda (PC), carbohidratos no estructurales (CNE), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina detergente ácida (LDA) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS). Hubo diferencias ($P < 0.05$) en pH, MS, PC, CE, FDA, hemicelulosa y celulosa; pero no en CNE, FDN, LDA ni en la DIVMS. La PC aumentó 31% con 28% RC, y la DIVMS mejoró 10% con 38% RC. La fermentación fue efectiva, manteniendo el pH óptimo, la adición de calabaza mejoró la calidad nutricional del ensilado.

Palabras clave: digestibilidad; fermentación; materia seca; microsilos; pH; proteína cruda.

Recibido: 22 de enero de 2025 Aceptado: 4 de agosto de 2025 Publicado: 30 de septiembre de 2025

*Maestría en Ingeniería y Tecnología Aplicada, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas. Av. Ramón López Velarde No. 801, Col. Centro, C. P. 98060, Zacatecas, Zac., México. Correo electrónico: mt_hl91@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0123-3485>

**Unidad Académica de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas. Carretera Zacatecas-Guadalajara Km. 15.5, C. P. 98500, Cieneguillas, Zacatecas, México. Correo electrónico: alara204@hotmail.com; ro-dox116@hotmail.com; mrosa-riomb@uaz.edu.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3961-2608>; <https://orcid.org/0000-0002-0795-5147>; <https://orcid.org/0000-0001-9278-2094>

***Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, Universidad Juárez del Estado de Durango. Calle Constitución No. 404, zona Centro, C. P. 34000, Durango, Durango, México. Correo electrónico: e_araiza2002@hotmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7774-345X>

✉ Autor para correspondencia

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the fermentative and nutritional quality of corn silages with pumpkin residues (*Cucurbita pepo* L.; PR). Three treatments were evaluated: T1 (95% corn, control), T2 (67% corn+28% PR), and T3 (57% corn+38% PR), with six replicates using 18 microsilos in a completely randomized design and a fermentation period of 30 days. The parameters analyzed included pH, dry matter (DM), crude protein (CP), non-structural carbohydrates (NSC), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL) and in vitro dry matter digestibility (IVDMD). Significant differences ($P < 0.05$) were found in pH, DM, CP, NSC, ADF, hemicellulose, and cellulose; but not in NSC, NDF, ADL or IVDMD. CP increased by 31% with 28% PR, and IVDMD improved by 10% with 38% PR. Fermentation was effective, maintaining an optimal pH, and the addition of pumpkin residues improved the nutritional quality of the silage.

Keywords: digestibility; fermentation; dry matter; microsilos; pH; crude protein.

INTRODUCCIÓN

La ganadería en México desempeña un papel crucial en la producción de alimentos y ocupa el décimo lugar a nivel mundial en términos de producción, como lo establece el SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2023). Con el crecimiento de la población humana se incrementa la necesidad de alimentos de origen animal. La búsqueda de nuevos ingredientes alimenticios se ha centrado en la utilización de materias primas no convencionales para la formulación de alimentos para ganado. En ese sentido, en el estado de Zacatecas se producen 28,523.20 toneladas de calabaza y 4,859.22 toneladas de semilla de calabaza según el SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2023); el producto principal de la calabaza es la semilla, la cual se usa para la extracción de aceite y como bocadillo.

El subproducto de la calabaza, el pericarpio (cáscara) y el endocarpio (pulpa) representa 95%; el cual es utilizado de manera ineficiente al ser tirado en el campo, por lo que los residuos de calabaza (RC) son una alternativa de alimento para el ganado. El uso de RC en el ensilado es una estrategia que optimiza la calidad nutricional del forraje y mejora su palatabilidad, beneficiando especialmente a los rumiantes productores de leche. Este subproducto agrícola, rico en carbohidratos, puede incorporarse en la formulación del ensilado para modificar su composición química, lo que favorece la fermentación y aumenta la eficiencia de utilización de los nutrientes en el rumen (Crosby-Galván, Espinoza-Velasco, & Ramírez-Mella, 2018; Dorantes-Jiménez, Flota-Bañuelos, Candelaria-Martínez, Ramírez-Mella, & Crosby-Galván, 2016; Lorenzo-Hernández et al., 2019; Ülguer, Kaliber, Büyükkilic, & Konka, 2020).

El ensilaje es una técnica de conservación de forraje mediante la fermentación de carbohidratos solubles por bacterias productoras de ácido láctico, dentro de un ambiente anaeróbico y con pH bajo. Estas condiciones favorecen la estabilidad del ensilado al inhibir la actividad microbiana indeseable, lo que permite la preservación del forraje y su aprovechamiento en la alimentación animal. Esto resulta en la acidificación del medio, lo que inhibe el desarrollo de microorganismos y permite la conservación del alimento (Garcés-Molina, Berrio-Roa, Ruiz-Alzate, Serna-de-León, & Builes Arango, 2004; McEniry,

O'Kiely, Clipson, Forristal, & Doyle, 2010). Estudios sobre el ensilaje de residuos agroindustriales provenientes de frutas, cítricos y distintas especies de calabaza (*Cucurbita*) han sido realizados como una alternativa viable para la alimentación animal. La incorporación de estos subproductos en el proceso de ensilado mejora la calidad fermentativa y nutricional del forraje, aportando carbohidratos solubles, minerales y compuestos bioactivos que favorecen la digestibilidad y el aprovechamiento en rumiantes. Además, estos residuos contribuyen a la reducción del desperdicio agroindustrial, lo que ofrece una solución sostenible para el manejo de subproductos agrícolas y optimiza la eficiencia en la producción ganadera (Guzmán et al., 2012; Lorenzo-Hernández et al., 2019; Razzaghzadeh, Amini-Jabalkandi, & Hashemi, 2007; Valencia-Salazar, Posada, & Rosero Noguera, 2014). Debido a lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la calidad fermentativa y nutricional de ensilados de forraje de maíz con la incorporación de RC.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La presente investigación se realizó en la Unidad Académica de Agronomía de la Universidad Autónoma de Zacatecas y en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Materia prima

Se utilizó maíz forrajero en la etapa fenológica R4 o de madurez lechoso-masoso de la variedad híbrido blanco Huitzila; pulpa y cáscara de calabaza (*Cucurbita pepo* L.); ambos provenientes de la región del Teúl de González Ortega, del estado de Zacatecas. Como aditivo energético se utilizó melaza comercial con 70% de materia seca. En la tabla 1 se presenta la composición química de dichos ingredientes.

Tabla 1
Composición química de los residuos de calabaza y del forraje de maíz en etapa R4, utilizados en la producción de ensilados en microsilos

Componente	Residuos de calabaza (%)	Forraje de maíz (%)
Materia seca	8.57	36.97
Proteína cruda	7.49	5.27
Cenizas	9.97	8.42
Fibra detergente neutro	57.88	65.33
Fibra detergente ácida	32.11	34.26
Lignina en detergente ácido	3.04	3.18

Nota: Elaboración propia.

Preparación de los microsilos

Se evaluaron tres tratamientos experimentales, T1: 95% de forraje de maíz (testigo), T2: 67% de forraje de maíz + 28% RC y T3: 57% de forraje de maíz + 38% RC; con seis repeticiones por tratamiento, dando un total de 18 unidades experimentales. Inicialmente se prepararon combinaciones de maíz forrajero picado (2-4 cm) con las porciones de calabaza

correspondientes a cada tratamiento, a los que luego se agregó la melaza y mezcló hasta obtener uniformidad en el ensilado. Las proporciones de sustitución del forraje por RC se calcularon en función del peso fresco del forraje de maíz.

Los microsilos consistieron en bolsas de polietileno con grosor de 600 galgas, las cuales se llenaron con 50 kg del forraje de cada tratamiento, se extrajo el aire de las bolsas utilizando una aspiradora, asegurando así su sellado al vacío, compactados antes de ser sellados con una liga elástica. Los microsilos se almacenaron en una cámara ambiental controlada, con temperatura entre 24 y 28 °C, humedad relativa de 20 a 40%, en completa oscuridad por 30 días.

Variables fermentativas

Una vez transcurridos los 30 días los microsilos fueron abiertos para medir el pH con un potenciómetro Hanna instruments, modelo IQ 150, USA, empleando el método propuesto por Montesdeoca-Berrones (2017).

Análisis químico

El contenido de cada microsilo experimental se secó en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 48 h y molidas en un molino Willey Mill con una malla de 1 mm. Se evaluó el contenido de materia seca por desecación (MS, #930.15), cenizas por el método de incineración en seco (CE, #924.05), extracto etéreo (EE, #920.23) y proteína cruda por el método Kjeldahl usando el factor N x 6.25 (PC, #990.03), de acuerdo con la AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2019). Así mismo, los componentes de la pared celular: fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), hemicelulosa, celulosa y lignina ácido detergente (LAD) con el ANKOM Fiber Analyzer (ANKOM, s. f.; Van Soest, Robertson, & Lewis, 1994). Los carbohidratos no estructurales totales (CNE) se determinaron por diferencia con la ecuación:

$$CNE = [100 - (PC + EE + CE + FDN)]$$

La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) fue determinada a través de la desaparición de la misma a las 48 h a 39 °C con líquido ruminal y solución buffer en una relación 2:1, respectivamente, de acuerdo con los procedimientos del fabricante (ANKOM, s. f.).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados con un diseño completamente al azar utilizando los procedimientos GLM de SAS/STAT® versión 9.0.2. Las medias fueron separadas con la prueba de rango múltiple de Tukey y declarando diferencias significativas cuando fue $P \leq 0.05$.

RESULTADOS

Variables fermentativas

La adición de calabaza disminuyó el pH en el ensilado donde se adicionó 38% de RC (tabla 2). Sin embargo, en todos los tratamientos el pH se mantuvo en el rango necesario para que se lleve a cabo el proceso de fermentación (Martínez-Fernández, Argamenteoría-Gutiérrez, & De la Roza-Delgado, 2014).

Tabla 2
Valores de pH en ensilados de forraje de maíz verde
adicionados con residuos de calabaza y melaza

Calabaza adicionada (%)	pH
0	3.4±0.01a
28	3.4±0.02a
38	3.3±0.07b
EEM	0.03

Nota: ^{a,b} Medias con al menos una letra en común no son diferentes ($\alpha=0.05$, Tukey). EEM= error estándar de la diferencia entre medias.

Elaboración propia.

Composición química

Los parámetros que determinan la calidad de los ensilados incluyen diversas características de la fibra y su digestibilidad. La fibra detergente neutra (FDN) representa el contenido total de fibra en el forraje, compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina; lo que influye en la utilización ruminal. La fibra detergente ácida (FDA) que contiene celulosa, lignina y pectina se emplea para estimar el aporte energético del ensilado; valores bajos de FDA son preferibles, ya que indican mayor disponibilidad de energía. La lignina es un componente estructural que limita la digestibilidad de la fibra, por lo que valores bajos son deseables para mejorar la eficiencia de aprovechamiento del forraje. Por otro lado, la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) es una medida que refleja la capacidad de degradación de la materia seca, proporcionando un indicador práctico de la calidad del ensilado (Acosta, 2002).

En la tabla 3 se presentan los resultados de la composición química y la digestibilidad in vitro de la materia seca de los ensilados después de 30 días de fermentación. La proteína cruda (PC) del material ensilado aumentó ($p \leq 0.05$) con la adición de RC. La concentración de cenizas también mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$), aumentando con la adición de calabaza. Asimismo, la concentración de fibra detergente ácida (FDA) varió entre los tratamientos ($P < 0.05$, tabla 3), incrementando con mayores proporciones de calabaza. La celulosa mostró un comportamiento similar, ya que su contenido aumentó con la inclusión de calabaza. En contraste, la hemicelulosa disminuyó al añadir calabaza. La DIVMS se mantuvo igual ($P > 0.05$) a todos los niveles de RC agregados.

Tabla 3
Composición química y digestibilidad in vitro de la materia seca de ensilados de forraje de maíz verde adicionados con residuos de calabaza

	Residuos de calabaza adicionada (%)			EEM
	0	28	38	
Materia seca	31.0 ± 0.04a	30.4 ± 0.11b	30.3 ± 0.04b	0.05
Proteína cruda	6.9 ± 0.19b	10.0 ± 0.19a	9.6 ± 0.04a	0.15
Cenizas	7.1 ± 0.16b	8.2 ± 0.16a	7.9 ± 0.18a	0.14
Carbohidratos no estructurales	26.2 ± 0.96a	24.7 ± 0.49a	25.3 ± 2.92a	1.47
Fibra detergente neutro	57.8 ± 0.99a	55.3 ± 0.43a	56.5 ± 3.54a	1.75
Fibra detergente ácida	35.2 ± 0.76b	41.5 ± 1.06a	37.1 ± 0.46b	0.65
Hemicelulosa	22.6 ± 1.62a	15.4 ± 0.45b	12.3 ± 0.88b	0.49
Celulosa	29.2 ± 0.28c	34.9 ± 0.51a	32.9 ± 0.43b	0.39
Lignina en detergente ácido	5.1 ± 0.93a	4.9 ± 0.12a	4.2 ± 0.13a	0.89
Digestibilidad in vitro de la materia seca	59.6 ± 1.83a	64.4 ± 1.63a	65.6 ± 2.13a	1.52

Nota: ^{a,b} Medias con al menos una letra en común no son diferentes ($\alpha=0.05$, Tukey). EEM= error estándar de la diferencia entre medias.
Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Variables fermentativas

De acuerdo con Martínez-Fernández et al. (2014), para que se lleve a cabo el proceso de ensilaje, el valor de pH debe ser menor a 4.0 (tabla 3), todos los tratamientos presentaron pH ácido. Esto puede atribuirse al contenido de carbohidratos solubles, por esa razón se recomienda la adición de melaza, la cual estimula la producción de ácido láctico, debido a la presencia de bacterias ácido-lácticas (BAL), las cuales contribuyen a mantener la frescura y los nutrientes de los forrajes, permitiendo así su utilización posterior, según datos de la FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2016). Cuando se producen dichos ácidos en el material ensilado el pH disminuye a un nivel que impide el crecimiento de microorganismos que causan la descomposición (Araiza-Rosales et al., 2021b; Garcés-Molina et al., 2004).

Los valores de pH obtenidos en esta investigación fueron inferiores a los reportados por Lorenzo-Hernández et al. (2019) en ensilados de heno de pasto pangola y calabaza (*Cucurbita angrosperma*). Esto sugiere que un pH inferior a 4.0 es crucial para garantizar la conservación del ensilado y prevenir la proliferación de microorganismos indeseables. En la presente investigación el proceso de fermentación se desarrolló de manera eficiente; ya que en todos los tratamientos el pH se mantuvo dentro de los rangos óptimos, lo que favorece la estabilidad del material ensilado.

Composición química

Todos los tratamientos reportaron un contenido adecuado de MS (tabla 3), ya que de acuerdo con la Sociedad Americana de Ingenieros Agrónomos (2024) el contenido óptimo de MS para el ensilado de maíz debe oscilar entre 30 y 40%, considerándose así de buena calidad. Esta proporción sugiere que los componentes sólidos en los tratamientos son adecuados para la alimentación de los rumiantes y que la calidad de los forrajes es satisfactoria. Según el National Research Council (NRC, 2021) los requerimientos de MS para

vacas lecheras oscilan entre 30 y 35%; mientras que el National Research Council (NRC, 2016) establece para novillos un intervalo de 25 a 30%. Los resultados de MS concuerdan con estudios realizados por varios investigadores (Araiza-Rosales, Carrete-Carreón, Ortiz Robledo, Sánchez-Arroyo, & Herrera-Torres, 2021a; Lorenzo-Hernández et al., 2019).

El incremento en el contenido de PC al adicionar calabaza se debe a que los RC poseen alrededor de 7.5% de PC (tabla 1), lo que aumentó el contenido de nutrimentos en la mezcla. Dietas con concentraciones de proteína cruda menores a 6–7.5% pueden afectar de manera negativa el metabolismo del nitrógeno en rumen y el consumo de alimento (Van Soest et al., 1994); por lo que todos los ensilados con calabaza superan este requerimiento. Otros estudios con RC, forraje de maíz, pulpa de remolacha azucarera y pulpa de granada registraron valores similares a los encontrados en el presente estudio (Ülguer et al., 2020).

Se sugiere una concentración de cenizas (CE) inferior a 14%; ya que valores superiores se relacionan con contaminación del suelo, fermentaciones secundarias y reducción en el consumo animal. En este sentido, todos los tratamientos cumplen con este requerimiento. Los valores obtenidos en todos los ensilados fueron mayores a los obtenidos por Cubero, Rojas-Bourrillón y Wing Ching (2010) (5.61–5.81%) y Jensen, Weisbjerg, Nørgaard y Hvelplund (2005) (3.2–4.3%) con ensilados de maíz, pero similares (6.1–9.7%) a los reportados por Araiza-Rosales et al. (2015).

En términos generales es recomendable que el contenido de FDA esté entre 25% y 40% para las vacas lecheras, como estipula la National Research Council (NRC, 2021) y entre 30% y 45% para los novillos, según afirmaciones de la National Research Council (NRC, 2016). Ülguer et al. (2020) encontraron que los niveles de FDN variaron entre 39.10% y 63.33% en ensilados con RC, estos resultados son similares a los obtenidos en nuestro estudio. Datos similares fueron observados en estudios realizados con forraje de avena, maíz molido y granos de girasol (Araiza-Rosales et al., 2021a). A partir de esta información, el nivel de FDA en los ensilados se sitúa dentro del rango recomendado para el ganado bovino.

La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) no fue afectada al adicionar calabaza a los ensilados. Se sugiere que el contenido de DIVMS para vacas lecheras y novillos supere 55% en datos de la National Research Council (NRC, 2016; NRC, 2021). Considerando esta recomendación, el nivel de DIVMS en los ensilados es apropiado para el ganado bovino, y los resultados son comparables a los del estudio actual, que varían entre 59.6% y 65.6% con la adición de calabaza.



Figura 1. (a) Microsilo al vacío al inicio del proceso fermentativo (b) muestra de forraje de maíz con calabaza tras 30 días de fermentación. Elaboración propia.

CONCLUSIONES

La adición de calabaza no perjudicó la fermentación ya que el pH se mantuvo en el intervalo que la favorece. Asimismo, incrementó el contenido de proteína cruda en 31% y la digestibilidad de los ensilados. El residuo de la calabaza sin semilla es un aditivo que puede ser incluido en la elaboración de ensilados de maíz.

REFERENCIAS

- Acosta, Y. M. (2002). *Ensilajes de pasturas: Algunas consideraciones para su confección*. Boletín de Divulgación N° 80, INIA La Estanzuela. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2780/1/111219240807161152.pdf>
- ANKOM (s. f.). ANKOM TDF Dietary Fiber Analyzer (Ficha descriptiva). <https://www.ankom.com/product-catalog/ankom-tdf-fiber-analyzer>
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2019). *Official Methods of Analysis* (21st. ed.). Autor.
- Araiza-Rosales, E. E., Carrete-Carreón, F. O., Ortiz Robledo, F., Sánchez-Arroyo, J. F., & Herrera-Torres, E. (2021a). Parámetros fermentativos y valor nutricional de la avena ensilaje con girasoles y granos de maíz. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 44(4), 545-551. <https://revfitotecnica.mx/index.php/RFM/article/view/890>
- Araiza-Rosales, E., González-Areola, A., Pámanes-Carrasco, G., Murillo-Ortiz, M., Jiménez-Ocampo, R., & Herrera-Torres, E. (2021b). Calidad fermentativa y producción de metano en ensilados de rastrojo de maíz adicionados con nopal fermentado y sin fermentar. *Abanico Veterinario*, 11, 1-13. <https://doi.org/10.21929/abavet2021.24>
- Araiza-Rosales, E. E., Delgado-Licón, E., Carrete-Carreón, F. O., Medrano-Roldán, H., Solís-Soto, A., Rosales-Serna, R., & Häubi-Segura, C. U. (2015). Calidad fermentativa y nutricional de ensilados de maíz complementados con manzana y melaza. *Ecosistema y Recursos Agropecuarios*, 2(6), 255-267. <https://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/838>
- Crosby-Galván, M. M., Espinoza-Velasco, B., & Ramírez-Mella, M. (2018). Effect of chihua pumpkin residue (*Cucurbita argyrosperma*) in ruminal gas production and digestibility in vitro. *Pakistan Journal of Zoology*, 50(3), 1-3. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.3.sc1>
- Cubero, J. F., Rojas-Bourrillón, A., & Wing Ching, R. (2010). Uso del inóculo microbial elaborado en finca en ensilaje de maíz (*Zea mays*). Valor nutricional y fermentativo. *Agronomía Costarricense*, 34(2), 237-250. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000200009
- Dorantes-Jiménez, J., Flota-Bañuelos, C., Candelaria-Martínez, B., Ramírez-Mella, M., & Crosby-Galván, M. M. (2016). Calabaza Chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber), alternativa para alimentación animal en el trópico. *Agroproductividad*, 9(9), 33-37. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/814>
- FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). (2016). Ensilado de Maíz. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. En S. Calsamiglia, A. Ferret, & A. Bach (Eds.), *Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos* (70 pp.). Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/ensilado-de-maíz>
- Garcés-Molina, A. M., Berrio-Roa, L., Ruiz-Alzate, S., Serna-de-León, J. G., & Builes Arango, A. F. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista*

Lasallista de Investigación, 1(1), 66-71.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69511010>

- Guzmán, O., Lemus, C., Martínez, S., Bonilla, J., Plasencia, A., & Ly, J. (2012). Características químicas del ensilado de residuos de mango (*Mangifera indica* L.) destinado a la alimentación animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(4), 369-374. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193027579005>
- Jensen, C., Weisbjerg, M. R., Nørgaard, P., & Hvelplund, T. (2005). Effect of maize silage maturity on site of starch and NDF digestion in lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 118, 279-294. <https://pure.au.dk/portal/en/publications/effect-of-maize-silage-maturity-on-site-of-starch-and-ndf-digesti>
- Lorenzo-Hernández, R., Torres-Salado, N., Sánchez-Santillán, P., Herrera-Pérez, J., Mayrén-Mendoza, F. de J., Salinas-Ríos, T., ... Maldonado Peralta, M. A. (2019). Elaboración de las características de calidad y bromatológicas de ensilados elaborados con residuos de calabaza (*Cucurbita argyrosperma*). *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(4), 957-963. <https://www.redalyc.org/journal/370/37066309014/>
- Martínez-Fernández, A., Argamentería-Gutiérrez, A., & De la Roza-Delgado, B. (2014). Manejo de forrajes para ensilar. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentaria (SERIDA) del Principado de Asturias, Villaviciosa, Asturias, España. <https://serida.asturias.es/documents/99361/179941/Manejo+de+forrajes+para+ensilar.pdf/0b7ba98e-58d5-3d54-75b1-760971283200>
- McEniry, J., O'Kiely, P., Clipson, N. J. W., Forristal, P. D., & Doyle, E. M. (2010). Assessing the impact of various ensilage factors on the fermentation of grass silage using conventional culture and bacterial community analysis techniques. *Journal of Applied Microbiology*, 108(5), 1584-1593. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04557.x>
- Montesdeoca-Berrones, G. D. (2017). Evaluación nutricional del pasto tropical maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en forma de microsilos inoculados con suero de leche (Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador). <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/05380e65-1b88-4671-965e-2908126ea8db/full>
- NRC (National Research Council). (2016). *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (8th. ed.). The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/19014/nutrient-requirements-of-beef-cattle-eighth-revised-edition>
- _____ (2021). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle* (8th. ed.). The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/25806/nutrient-requirements-of-dairy-cattle-eighth-revised-edition>
- Razzaghzadeh, S., Amini-Jabalkandi, J., & Hashemi, A. (2007). Effects of different levels of Pumpkin (*Cucurbita pepo*) residue silage replacement with forage part of ration on male buffalo calves fattening performance. *Italian Journal of Animal Science*, 6(sup2), 575-577. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.575>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2023). https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/
- Sociedad Americana de Ingenieros Agrónomos. (2024). Standards for moisture measurement forages. <https://www.asabe.org/>
- Ülguer, I., Kaliber, M., Büyükkilic, S., & Konka, Y. (2020). Possible ensiling of pumpkin (*Cucurbita pepo*) residues. *TÜBİTAK. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 44, 853-859. <https://journals.tubitak.gov.tr/veterinary/vol44/iss4/13/>
- Valencia-Salazar, S. S., Posada, S. L., & Rosero Noguera, R. (2014). Efecto de diferentes aditivos sobre la composición y el perfil de fermentación del ensilaje de cáscaras de

maracuyá (*Passiflora edulis*). *Livestock Research for Rural Development*.
<https://www.researchgate.net/publication/308103847>

- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1994). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77127-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77127-0)



Esta obra está bajo una licencia internacional [Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Usted es libre de Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciente no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Atribución — Usted debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciente.

NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con propósitos comerciales.

CompartirIgual — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.