

**Revista Internacional de
Contaminación Ambiental**

Revista Internacional de Contaminación Ambiental

ISSN: 0188-4999

claudio.amescua@atmosfera.unam.mx

Universidad Nacional Autónoma de México

México

LORENZO-HERNÁNDEZ, Ricardo; TORRES-SALADO, Nicolás; SÁNCHEZ-SANTILLÁN, Paulino; HERRERA-PÉREZ, Jerónimo; MAYRÉN-MENDOZA, Félix de Jesús; SALINAS-RÍOS, Teódulo; ROJAS-GARCÍA, Adelaido Rafael; MALDONADO-PERALTA, María de los Ángeles

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD Y BROMATOLÓGICAS DE ENSILADOS ELABORADOS CON RESIDUOS DE calabaza (*Cucurbita argyrosperma*)

Revista Internacional de Contaminación Ambiental, vol. 35, núm. 4, 2019, pp. 957-963

Universidad Nacional Autónoma de México

México

DOI: <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.04.14>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37066309014>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UNAM
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD Y BROMATOLÓGICAS DE ENSILADOS ELABORADOS CON RESIDUOS DE CALABAZA (*Cucurbita argyrosperma*)

Evaluation of the quality and bromatological characteristics of ensilages made with pumpkin residues (*Cucurbita argyrosperma*)

Ricardo LORENZO-HERNÁNDEZ¹, Nicolás TORRES-SALADO¹, Paulino SÁNCHEZ-SANTILLÁN^{1*},
Jerónimo HERRERA-PÉREZ¹, Félix de Jesús MAYRÉN-MENDOZA¹, Teódulo SALINAS-RÍOS²,
Adelaido Rafael ROJAS-GARCÍA¹ y María de los Ángeles MALDONADO-PERALTA¹

¹ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia núm 2, Universidad Autónoma de Guerrero, km 197 carretera federal Acapulco-Pinotepa Nacional, 41940 Cuajinicuilapa, Guerrero, México

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Av. Universidad s/n, Ex Hacienda 5 Señores, 68120 Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México

*Autor para correspondencia: paulino_san@hotmail.com

(Recibido: marzo 2018; aceptado: enero 2019)

Palabras clave: pangola, melaza, fermentación, cáscara, pulpa

RESUMEN

La cáscara con pulpa de calabaza (CPC) es un subproducto agrícola con potencial contaminante que puede usarse para ensilar. El objetivo fue determinar las características de calidad y bromatológicas de ensilados elaborados con CPC, heno de pasto pangola, urea y dos porcentajes de melaza fermentados durante 14 y 21 días. Los tipos de ensilado (2 kg) fueron los siguientes: E1: 72.5 % de CPC, 22.5 % de pasto, 3 % de melaza y 2 % de urea; E2: 72.5 % de CPC, 19.5 % de pasto, 6 % de melaza y 2 % de urea. Ambos ensilados se fermentaron por 14 y 21 días. Se evaluaron los siguientes elementos: pH, contenido de materia seca (MS), ácido láctico, cenizas (Ce), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y hemicelulosa. El análisis estadístico fue un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2×2 , con tipos de ensilado y tiempo de fermentación como factores. El pH de E2 no varió ($p > 0.05$) a los 14 y 21 días de fermentación, promediando 3.85. Se cuantificó mayor producción de ácido láctico en E1 a 14 días; asimismo, este ensilado presentó mayor MS que E2 ($p \leq 0.05$). El contenido de PC, FDN, FDA, Ce y hemicelulosa no mostraron diferencias ($p > 0.05$) por tipo de ensilado ni tiempos de fermentación. En conclusión, la CPC puede ensilarse con heno de pasto pangola, urea y hasta 6 % de melaza de caña de azúcar fermentada por 14 o 21 días sin afectar sus características de calidad y bromatológicas.

Key words: pangola, molasses, fermentation, shell, pulp

ABSTRACT

Pumpkin pulp shell (PPS) is an agricultural by-product with contaminating potential that can be used to ensile. The objective of this study was to determine the quality and bromatological characteristics of ensilages made with PPS, pangola grass hay, urea and two percentages of fermented molasses during 14 and 21 days. Ensilage types (2 kg)

were E1 (72.5% PPS, 22.5% grass, 3% molasses and 2% urea) and E2 (72.5% PPS, 19.5% grass, 6% molasses and 2% urea). Both ensilages were fermented for 14 and 21 days. The pH was evaluated, along with dry matter (DM), lactic acid, ash (As), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and hemicellulose content. The statistical analysis was a completely randomized 2×2 design with ensilage types and fermentation time as factors. The pH of E2 did not vary ($p > 0.05$) at 14 and 21 days of fermentation, averaging 3.85. A higher production of lactic acid was quantified with E1 at 14 days, and it also presented a higher DM than E2 ($p \leq 0.05$). The content of CP, NDF, ADF, As and hemicellulose did not show differences ($p > 0.05$) by ensilage type or fermentation times. It is concluded that PPS can be ensiled with pangola grass hay, urea and up to 6% sugarcane molasses fermented for 14 or 21 days without affecting its quality and bromatological characteristics.

INTRODUCCIÓN

La calabaza (*Cucurbita argyrosperma*) es un vegetal nativo de América (Martínez-Valdiviezo et al. 2015) que produce flores, tallos jóvenes, frutos tiernos, frutos maduros y semillas para consumo humano (FAO 2016, Almaguer et al. 2017). En México, los estados de Campeche, Guerrero, Michoacán y Tamaulipas producen calabaza para obtener la semilla, por lo que la cáscara con pulpa se convierte en un subproducto agrícola (Ayvar et al. 2004) que crea un problema ambiental cuando no se usa como alimento no convencional para el ganado y aves de corral (Razzaghzadeh et al. 2007, FAO 2016). La cáscara con pulpa de la calabaza contiene 6.45 % de materia seca (MS), 13.69 % de cenizas, 8.63 % de proteína cruda (PC), 49.39 % de fibra detergente neutra (FDN), 40.45 % de fibra detergente ácida (FDA) y 3.29 Mcal/kg de energía metabolizable; además, tiene un rendimiento aproximado de 1 t/ha (Dorantes-Jiménez et al. 2016).

El proceso de ensilaje permite la fermentación de carbohidratos solubles a ácido láctico para conservar los nutrientes del material ensilado (Bezabih y Tamir 2014, Garcés et al. 2014) por la disminución del pH e inhibición de microorganismos inductores de la putrefacción (Garcés et al. 2014). Además, se usa urea agrícola como fuente de nitrógeno no proteico (Garcés et al. 2014) para mejorar el contenido de nitrógeno de los ensilados y la melaza de caña de azúcar como fuente de azúcares solubles (Guzmán et al. 2012, Garcés et al. 2014) para mejorar la fermentación por las bacterias ácido lácticas (Araiza-Rosales et al. 2013).

El uso de subproductos agrícolas en la alimentación animal como ensilados es una alternativa viable en el trópico, ya que permite aumentar la calidad del producto final, reduce costos de producción y se aprovechan los residuos agrícolas potencialmente

contaminantes (Guzmán et al. 2012). Por tanto, surge la pregunta de si los azúcares contenidos en la cáscara con pulpa de calabaza y la melaza permitirían mejorar o conservar las características de calidad y bromatológicas de los ensilados, porque se usa heno de pasto pangola altamente lignificado para contrarrestar la humedad en dicha cáscara con pulpa en tiempos cortos de fermentación.

En este sentido, la inclusión de 3 y 6 % de melaza en la elaboración de ensilados de cáscara con pulpa de calabaza con heno de pasto pangola permite tiempos cortos de fermentación sin afectar las características de calidad y bromatológicas de los ensilados, que pueden ser una alternativa para la alimentación animal en regiones tropicales de México. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar las características de calidad y bromatológicas de ensilados elaborados a partir de cáscara con pulpa de calabaza, heno de pasto pangola, urea y dos porcentajes de melaza de caña de azúcar fermentados durante 14 y 21 días.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia núm. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, ubicado en el kilómetro 197 de la carretera Acapulco-Pinotepa Nacional en Cuajinicuilapa, Guerrero, México. El municipio de Cuajinicuilapa se ubica en la región de la Costa Chica del Estado de Guerrero; está situado a 16° 08' de latitud norte y 98° 23' de longitud oeste, a una altura de 50 msnm (GEG 2017).

Ensilados

Los ingredientes con base húmeda para elaborar los ensilados fueron cáscara con pulpa de calabaza

(*Cucurbita argyrosperma*), heno de pasto pangola (*Digitaria decumbens*) cosechado y empacado a los 120 días de rebrote, melaza de caña de azúcar y urea. La composición bromatológica de la cáscara con pulpa de calabaza y el heno de pasto pangola se presenta en el **cuadro I**. La cáscara con pulpa de calabaza y el pasto pangola se molieron en un molino mixto (M.A.GRO® TR-3500, México) con criba de 2.54 cm de diámetro. Los ensilados (2 kg) se elaboraron de la siguiente manera: E1: 72.5 % de cáscara con pulpa de calabaza, 22.5 % de heno de pasto pangola, 3 % de melaza de caña y 2 % de urea; y E2: 72.5 % de cáscara con pulpa de calabaza, 19.5 % de heno de pasto pangola, 6 % de melaza de caña y 2 % de urea.

CUADRO I. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA CÁSCARA CON PULPA DE CALABAZA Y DEL HENO DE PASTO PANGOLA

Variable (%)	Cáscara con pulpa de calabaza	Heno de pasto pangola
Materia seca	13.71	92.36
Proteína cruda	15.40	6.57
Fibra detergente neutro	48.01	70.75
Fibra detergente ácido	24.21	39.68
Hemicelulosa	23.80	31.07
Cenizas	13.78	6.13
Materia orgánica	86.22	93.87

Los ensilados se elaboraron en bolsas de propileno (40 × 40 cm) y el aire contenido se extrajo con una aspiradora (Koblenz®, España) para proporcionar las condiciones de anaerobiosis requeridas para iniciar el proceso de fermentación. Las bolsas se cerraron con rafia para mantener las condiciones de anaerobiosis y se fermentaron durante 14 y 21 días en una galera con temperatura ambiente promedio de 33 °C.

Análisis de calidad de los ensilados

Al finalizar cada tiempo de fermentación se realizaron análisis para determinar la calidad de los ensilados. Para determinar el pH, en un vaso de precipitados de 100 mL (Kimax®) se colocaron 20 g de ensilado y se agregaron 50 mL de agua destilada (pH 7). El contenido se agitó cada 15 min durante 3 h; luego se filtró con una gasa doble y se depositó en un vaso de precipitados (10 mL) para medir el pH con un potenciómetro (Hanna® HI2211, Italia; calibración pH 7 y 4) (Silva y Queiroz 2002). El contenido de MS (método 930.15) se estimó según lo descrito por la AOAC (2005).

El ácido láctico se determinó con la metodología de Kimberley y Taylor (1996). En un vaso de precipitados (100 mL) se colocaron 1 g de un ensilado y 10 mL de agua destilada. El vaso de precipitados se mantuvo en refrigeración a 4 °C por 20 min; posteriormente, se incubó a 22 °C durante 20 min, con intervalos de agitación de 10 min. El contenido del vaso de precipitados se filtró con una gasa doble y 1 mL del filtrado se colocó en un tubo Eppendorf de 2 mL (Neptune®, México) con 0.25 mL de ácido metafosfórico al 25 % (Meyer®). La muestra se diluyó (1:50) con agua destilada; 0.5 mL se mezclaron con 3 mL de H₂SO₄ (Baker®, 97.3%) en un tubo de ensayo (Kimax®, 18 x 150 mm) y se incubaron a 100 °C por 10 min en una estufa (Riossa® HCF-41, México). Cuando la temperatura se redujo a 25 °C, se adicionaron 50 µl de CuSO₄·5H₂O (Merk®, 4 %) y 100 µl de p-hidroxidifenil (Sigma-Aldrich®, 1.5 %) e inmediatamente se mezclaron en un vórtex (Genie 2®, Daigger, USA). Las muestras reposaron 30 min y se midió la absorbancia a 570 nm en un espectrofotómetro UV-Vis (Jenway® 6850 UV, Reino Unido). Para la curva estándar se preparó una solución de lactato de litio 0.1 % (538.6 mg de lactato de litio [Sigma-Aldrich®] en 500 mL de agua destilada).

Análisis bromatológico

Las muestras de ensilados se deshidrataron en una estufa (Riossa® HCF-41, México) a 60 °C por 72 h. Posteriormente, se molieron usando una criba de 1 mm de diámetro en un molino Thomas-Wiley Mill (Thomas Scientific®, Swedesboro, NJ, EUA). En las muestras se determinaron el contenido de PC (método 920.105) y Ce (método 942.05) con los procedimientos descritos por la AOAC (2005). La FDN y la FDA se determinaron con el método descrito por van Soest et al. (1991). La hemicelulosa se calculó por diferencia entre FDN y FDA.

Análisis estadístico

Las variables de calidad de los ensilados y características bromatológicas (cuatro repeticiones independientes por interacción) se analizaron en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 × 2. Los factores fueron el tipo de ensilado (E1 y E2) y el tiempo de fermentación (14 y 21 días). Los promedios se ajustaron por mínimos cuadrados para compararlos con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad (1)$$

donde Y_{ijk} es la variable de respuesta, μ la media general, A_i el efecto del i -ésimo factor tipo de ensilado, B_j el efecto del j -ésimo factor tiempo de fermentación, $(AB)_{ij}$ el efecto de la interacción entre tipo de ensilado y tiempo de fermentación, y ε_{ijk} el error aleatorio asociado a la k -ésima repetición dentro de la interacción entre tipo de ensilado y tiempo de fermentación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH y la concentración de ácido láctico en los ensilados fueron afectados por la interacción entre tipos de ensilado y tiempo de fermentación ($p \leq 0.05$; **Cuadro II**), mientras que el contenido de MS, PC, FDN, FDA, hemicelulosa, Ce y materia orgánica (MO) no mostraron interacción ($p > 0.05$; **Cuadro II**). Es importante destacar que los tiempos de fermentación evaluados en el presente estudio se establecieron en los valores señalados porque la calabaza contiene 45 % de carbohidratos (Guenkov 1974) fácilmente fermentables para producir ácido láctico, lo cual reduce el pH, preserva los nutrientes e impide el crecimiento de microorganismos indeseables (Amanullah et al. 2014) en tiempos más cortos de fermentación.

E2 no afectó ($p > 0.05$; **Cuadro II**) el pH cuando se fermentó por 14 y 21 días, ya que se registraron valores promedio de 3.85. El pH de E1 a los 21 días de fermentación fue 8.8 % mayor ($p \leq 0.05$) que a los 14 días (**Cuadro II**). Los valores de pH de los ensilados en el presente estudio son menores que los reportados por Hashemi y Razzaghzadeh (2007) y Halik et al. (2014), y similares a los observados por Lozicki et al. (2015). Estos autores publicaron valores de 4.5 en ensilados elaborados con 80 % de calabaza y 20 % de remolacha seca (Halik et al. 2014); 4.85 en ensilados elaborados con 71.4 % de residuos de calabaza, 28.6 % de heno de trigo y 20 % de melaza (Hashemi y Razzaghzadeh 2007); y 3.96 en ensilados de calabaza con pulpa seca de remolacha azucarera (Lozicki et al. 2015).

El ácido láctico es eficaz para reducir el pH del ensilaje, conservando la calidad del forraje (Meneses et al. 2007). E1 presentó mayor producción de ácido láctico ($p \leq 0.05$; **Cuadro II**) a los 14 días de fermentación; dentro del mismo tipo de ensilado el valor fue 13.3 % mayor que a los 21 días de fermentación, y fue 11.52 % mayor que E2 en ambos tiempos de fermentación evaluados (**Cuadro II**). Resultados inferiores fueron publicados por Halik et al. (2014) y Lozicki et al. (2015), quienes reportaron 1.7 y 5.6 %

de ácido láctico en ensilados elaborados con calabaza, respectivamente.

El contenido de MS de E1 fue 6.61 % superior al de E2 ($p \leq 0.05$; **Cuadro II**). Sin embargo, el tiempo de fermentación no afectó el contenido de MS ($p > 0.05$), que promedió 32.93 % (**Cuadro II**). Resultados inferiores fueron reportados por Hashemi y Razzaghzadeh (2007), Halik et al. (2014) y Lozicki et al. (2015), quienes publicaron 30.3 % de MS en ensilados elaborados con 80 % de calabaza y 20 % de remolacha seca (Halik et al. 2014); 30.6 % de MS en ensilados elaborados con 71.4 % de residuos de calabaza, 28.6 % de heno de trigo y 20 % de melaza (Hashemi y Razzaghzadeh 2007), y 29.7 % de MS en ensilados de calabaza con pulpa seca de remolacha azucarera (Lozicki et al. 2015).

La MS, el pH y el ácido láctico se usan para determinar la calidad de un ensilado; por ello, los ensilados que presentan menos de 30 % de MS desarrollan una fermentación dominada por bacterias productoras de ácido butírico y exhiben pérdida de nutrientes digeribles por filtración (Murdoch 1961, Babaeinasab et al. 2015). Por este motivo, en el presente estudio se realizó un ensilado con heno de pangola, ya que la calabaza contiene 86.3 % de humedad. El ácido láctico se produce por la fermentación de sustratos ricos en carbohidratos (Serna y Rodríguez 2005) y la cáscara con pulpa de calabaza contiene 45 % de azúcares fácilmente fermentables (Guenkov 1974).

Así, al aumentar la producción de ácido láctico durante el proceso de ensilaje, la concentración de iones de hidrógeno aumentó y el pH disminuyó a valores inferiores a 5, los cuales inhiben el crecimiento de *Clostridium* sp. y enterobacterias, no deseados en un proceso de ensilaje (Amanullah et al. 2014, Yitbarek y Tamir 2014). Yitbarek y Tamir (2014) mencionaron que los ensilados que contienen de 25 a 35 % de MS, requieren un pH de 4.35 a 4.60 (rango superior al reportado en el presente trabajo) para garantizar la estabilidad del ensilado.

La cáscara con pulpa de calabaza mostró 42.6 % más PC que el heno de pasto pangola (**Cuadro I**). No obstante, el contenido de PC no presentó diferencia ($p > 0.05$) entre tratamientos y tiempos de fermentación (**Cuadro II**), promediando 26.59 y 26.61 % de PC, respectivamente. Los contenidos de PC de los ensilados en el presente trabajo son superiores a los reportados por Halik et al. (2014) y Lozicki et al. (2015), quienes publicaron niveles de 10.9 y 10.4 %, respectivamente, en ensilados elaborados con calabaza y remolacha seca. La diferencia en el contenido de PC se explica porque los trabajos de los autores citados se encuentran dentro del intervalo de

CUADRO II. INDICADORES DE CALIDAD Y ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE ENSILADOS DE CÁSCARA CON PULPA DE CALABAZA, HENO DE PASTO PANGOLA, UREA Y MELAZA CON 14 Y 21 DÍAS DE FERMENTACIÓN

Variable	Ensilados		Tiempo fermentación		Interacciones ensilado y tiempo fermentación				Valor de p			EEM
	E1	E2	14 d	21 d	E1-14	E1-21	E2-14	E2-21	Tipo Ensilado	Tiempo fermentación	Interacción Ensilado X tiempo	
Láctico	24.5 ^a	23.34 ^b	24.66 ^a	23.18 ^b	26.03 ^a	22.97 ^b	23.29 ^b	23.39 ^b	0.0439	0.0133	0.0091	0.372
MS (%)	33.99 ^a	31.88 ^b	32.81	33.06	33.84 ^a	34.15 ^a	31.78 ^b	31.97 ^b	< 0.0001	0.3218	0.8179	0.269
pH	4.08 ^a	3.85 ^b	3.90 ^b	4.02 ^a	3.96 ^b	4.19 ^a	3.84 ^c	3.86 ^c	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.033
PC (%)	25.81	27.38	27.24	25.94	27.25	24.37	27.23	27.52	0.2741	0.3584	0.2694	0.689
FDN (%)	56.99 ^a	50.76 ^b	55.71	52.04	58.53	55.45	52.89	48.63	0.0469	0.2041	0.8293	1.574
FDA (%)	35.07	29.71	33.77	31.01	38.03	32.10	29.50	29.93	0.1486	0.4348	0.3696	1.759
HEMI (%)	21.93	21.05	21.95	21.03	20.50	23.35	23.39	18.70	0.6697	0.6558	0.0946	1.040
CE (%)	8.37	7.93	7.34 ^a	8.95 ^b	7.28 ^b	9.45 ^a	7.40 ^b	8.46 ^{ab}	0.2623	0.002	0.1625	0.308
MO (%)	92.07	91.64	92.66 ^a	91.04 ^b	92.72 ^a	90.55 ^b	92.60 ^a	91.54 ^{ab}	0.2623	0.002	0.1625	0.308

^{abc} Medias con diferente literal en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Láctico: porcentaje de ácido láctico respecto a la materia seca; MS: materia seca; pH: potencial de hidrógeno; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido; Hemi: hemicelulosa; Ce: cenizas; MO: materia orgánica; E1: ensilado compuesto por 72.5 % de cáscara con pulpa de calabaza, 22.5 % de heno de pasto pangola, 3 % de melaza de caña y 2 % de urea; E2: ensilado compuesto por 72.5 % de cáscara con pulpa de calabaza, 19.5 % de heno de pasto pangola, 6 % de melaza de caña y 2 % de urea; EEM: error estándar de la media

PC en los ensilados (8 a 10 %) y valores superiores como los de este trabajo se deben a la adición de urea y probablemente al bajo contenido de almidón (de la Roza-Delgado 2005). Lo anterior se explica porque la calabaza contiene 16.18 % de almidón (Yin y Wang 2016), 55.82 % menos que el grano de maíz (FAO 1993), el cual regularmente se usa en la elaboración de ensilados.

E1 contiene mayor FDN que E2 ($p \leq 0.05$; **Cuadro II**) por la composición inicial de los ensilados, ya que el primero incluye 3 % más heno de pasto pangola que E2, y los pastos maduros alcanzan hasta 70 % de FDN (de la Roza-Delgado 2005). Por su parte, los tiempos de fermentación (**Cuadro II**) no afectaron el contenido de FDN de los ensilados ($p > 0.05$). Los tipos de ensilados y los tiempos de fermentación (**Cuadro II**) no afectaron ($p > 0.05$) el contenido de FDA, promediando 32.39 % de FDA. Halik et al. (2014) y Lozicki et al. (2015) publicaron valores inferiores de FDN (31.4 y 30.9 %, respectivamente) y FDA (21.3 y 21.6 %, respectivamente) en ensilados elaborados con calabaza y remolacha seca.

El contenido de FDN y FDA de los ensilados se relaciona con la proporción de FDN de los ingredientes usados en la elaboración. Halik et al. (2014) y Lozicki et al. (2015) usaron remolacha seca (47.6 % de FDN y 29.8 % de FDA) para contrarrestar la humedad de la calabaza, la cual contiene 23.15 % menos FDN que el heno de pasto pangola (Lozicki et al. 2015) (**Cuadro I**), ingrediente usado en el presente estudio para controlar los niveles de humedad en el ensilado propiciados por la cáscara con pulpa de la calabaza.

E1 y E2 no mostraron diferencias ($p > 0.05$) en el contenido de Ce y MO (**Cuadro II**). Sin embargo, el contenido de Ce a los 21 días de fermentación fue mayor ($p \leq 0.05$) que a los 14 días (**Cuadro II**). En contraste, el contenido de MO en los ensilados fue mayor ($p \leq 0.05$) a los 14 que a los 21 días de fermentación (**Cuadro II**). Estos resultados son inferiores respecto al contenido de Ce y similares con relación a la MO, en ensilados elaborados con calabaza y remolacha seca (Halik et al. 2014, Lozicki et al. (2015).

El contenido de hemicelulosa no mostro diferencias entre tipos de ensilado o por tiempo de fermentación (**Cuadro II**), con un valor promedio de 21.5 %. Esto se debió a que, en el proceso de ensilaje, los azúcares fácilmente fermentables son utilizados por los microorganismos para la producción de ácido láctico (Guenkov 1974, Serna y Rodríguez 2005), no así la hemicelulosa.

CONCLUSIONES

La cáscara con pulpa de calabaza es una alternativa para la elaboración de ensilados con características de calidad y bromatológicas apropiadas, que pueden destinarse a la alimentación de rumiantes. Además, la cáscara con pulpa de calabaza puede ensilarse con heno de pasto pangola, urea y hasta 6 % de melaza de caña de azúcar fermentada por 14 o 21 días sin afectar las características de calidad y bromatológicas de los ensilados.

AGRADECIMIENTOS

Al Cuerpo Académico UAGro-CA-183 de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia núm. 2 de la Universidad Autónoma de Guerrero, por el financiamiento para la presente investigación “Producción sustentable de rumiantes en el trópico”.

REFERENCIAS

- Almaguert J., García H. J., Padilla M. y González M. (2017). Dieta de la milpa modelo de alimentación mesoamericana biocompatible [en línea]. www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/98453/La_Dieta_de_la_Milpa.pdf 13/06/2017
- Amanullah S., Kim D., Lee H., Joo Y., Kim S. y Kim C. (2014). Effects of microbial additives on chemical composition and fermentation characteristics of barley silage. *Asian Austral. J. Anim.* 27 (4), 511-517. DOI: 10.5713/ajas.2013.13617
- AOAC (2005). Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytic Chemists, Washington, D.C., EUA, 1094 pp.
- Araiza-Rosales E., Delgado-Licón E., Carrete-Carreón F., Medrano-Roldán H., Solís-Soto A., Murillo-Ortiz M. y Haubi-Segura C. (2013). Degradabilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* de diferentes formulaciones de ensilados de maíz-manzana adicionados con melaza. *Av. Investig. Agropecu.* 17, 79-96.
- Ayvar S., Mena A., Cortés D., Durán J.A. y de Luna J.G. (2004). Rendimiento de la calabaza pipiana en respuesta a la poda y la densidad de población. *Rev. Fitotec. Méx.* 27 (Esp. 1), 69-72.
- Babaeinasab Y., Rouzbehan Y. y Fazaeli H.R.J. (2015). Chemical composition, silage fermentation characteristics, and *in vitro* ruminal fermentation parameters of potato-wheat straw silage treated with molasses and lactic acid bacteria and corn silage. *J. Anim. Sci.* 93 (9), 4377-4386. DOI: 10.2527/jas.2015-9082

- Bezabih M. y Tamir B. (2014). Silage additives: Review. *Open J. App. Sci.* 4, 258-274.
DOI: 10.4236/ojapps.2014.45026
- De la Roza-Delgado B. (2005). El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. Memorias. IV Jornada de Alimentación Animal. Lalín, Pontevedra, España. 7 de octubre. CD-ROM.
- Dorantes-Jiménez J., Flota-Bañuelos C., Candelaria-Martínez B., Ramírez-Mella M. y Crosby-Galván M.M. (2016). Calabaza chihua (*Curcubita argyrosperma* Huber), alternativa para alimentación animal en el trópico. *Agroproductividad* 9 (9), 33-37.
- FAO (1993). Composición química y valor nutritivo del maíz. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación [en línea]. <http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S00.htm> 15/11/2017
- FAO (2016). Neglected crops 1492 from a different perspective. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación [en línea]. www.fao.org/docrep/t0646e/T0646E09.htm#Cucurbita 20/10/2016
- Garcés M., Berrio L., Ruiz S., Serna J. y Builes A. (2014). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Rev. Lasallista Mex.* 1 (1), 66-71.
- GEG (2017) Cuajinicuilapa. Gobierno del Estado de Guerrero [en línea]. <http://guerrero.gob.mx/municipios/costa-chica/cuajinicuilapa/> 11/11/2017
- Guenkov G. (1974). Fundamentos de la horticultura cubana. Instituto Cubano del Libro, La Habana, Cuba, 350 pp.
- Guzmán O., Lemus C., Martínez S., Bonilla J., Plasencia A. y Ly J. (2012). Características químicas del ensilado de residuos de mango (*Mangifera indica* L.) destinados a la alimentación animal. *Rev. Cub. Cienc. Agríc.* 46, 369-374.
- Halik G., Lozicki A., Koziorzebska A., Dymnicka M. y Arkuszewska E. (2014). Effect of ensiling pumpkin *Cucurbita maxima* with the addition of inoculants or without it on chemical composition and quality silages. *Ann. Warsaw Univ. Life Sci.-Anim. Sci.* 53, 103-110.
- Hashemi A. y Razzaghzadeh S. (2007). Investigation on the possibility of ensiling cucurbit (*Cucurbita pepo*) residues and determination of best silage formula. *J. Anim. Vet. Adv.* 6 (12), 1450-1452.
- Kimberley A. y Taylor C. (1996). A simple colorimetric assay for muramic acid and lactic acid. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 56 (1), 49-54.
DOI: 10.1007/BF02787869
- Lozicki A., Koziorzebska A., Halik G., Dymnicka M., Arkuszewska E., Niemiec T. y Bogdan J. (2015). Effect of ensiling pumpkin (*Cucurbita maxima* D.) with dried sugar beet pulp on the content of bioactive compounds ensilage and its antioxidant potential. *Anim. Feed Sci. Technol.* 206, 108-113.
DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2015.05.012
- Martínez-Valdiviezo D., Gómez P., Frand R., Alonso-Moraga A. y del Río-Celestino M. (2015). Physical and chemical characterization in fruit from 22 summer squash (*Cucurbita pepo* L.) cultivars. *Food Sci. Technol.* 64 (2), 1225-1233.
DOI: 10.1016/j.lwt.2015.07.023
- Meneses M., Megías M., Madrid J., Martínez A., Hernández F. y Oliva J. (2007). Evaluation of the phytosanitary, fermentative and nutritive characteristics of the silage made from crude artichoke (*Cyanara scolymus* L.) by-product feeding for ruminants. *Small Rumin. Res.* 70, 292-296. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.05.008
- Murdoch J. (1961). A review of silage-making techniques. *Grass Forage Sci.* 16 (4), 253-259.
DOI: 10.1111/j.1365-2494.1961.tb00248.x
- Razzaghzadeh S., Amini-jabalkandi J. y 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. *Ital. J. Anim. Sci.* 6 (Suppl. 2), 575-577.
DOI: 10.4081/ijas.2007.s2.575
- Serna L. y Rodríguez A. (2005). Producción biotecnológica de ácido láctico: estado del arte. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 5 (1), 54-65. DOI: 10.1080/11358120509487672
- Silva D.J. y Queiroz A.C. (2002). Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3a ed. Viçosa UFV, Brasília, Brasil, 235 pp.
- Van Soest P.J., Robertson J.B. y Lewis B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74 (10), 3583-3597.
DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2
- Yin L. y Wang C. (2016). Morphological, thermal and physicochemical properties of starches from squash (*Cucurbita maxima*) and pumpkin (*Cucurbita moschata*). *J. Hortic.* 3 (4), 187.
DOI: 10.4172/2376-0354.1000187
- Yitbarek M. y Tamir B. (2014). Silage additives: Review. *Open J. App. Sci.* 4, 258-274.
DOI: 10.4236/ojapps.2014.45026