


Efecto de inclusión de cáscara de plátano en la degradabilidad in situ de ensilaje de maíz forrajero

Effect of the inclusion of banana peel on the in situ degradability of forage corn silage

Espinoza Guerra Italo^{1*} 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

*Medina Villacis Marlene*² 


Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Barrera Álvarez Alexandra^{1,3} 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

*Ronald Villamar*⁴ 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Montenegro Vivas León^{1,5} 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Fecha recepción: 15 de junio de 2020

Fecha aceptación: 16 de julio de 2020

© 2020 Universidad de Córdoba. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acreditan.

¹ *PhD. iespinoza@uteq.edu.ec <https://orcid.org/0000-0002-2975-3087>*

² *Ing. mmedina@uteq.edu.ec <https://orcid.org/0000-0002-2308-4812>*

³ *Ing. abarrera@uteq.edu.ec <https://orcid.org/0000-0001-8548-1701>*

⁴ *Montenegro Vivas León¹ Phd. lmontenegro@uteq.edu.ec <https://orcid.org/0000-0002-6504-6857>*

^{*)}*Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade, km 1,5 vía a Santo Domingo, C.P. 73. Quevedo, Los Ríos, Ecuador*

Correspondencia: iespinoza@uteq.edu.ec 5930996435180*

RESUMEN

Objetivo. Determinar la degradabilidad ruminal *in situ* del ensilaje de maíz forrajero con niveles de inclusión de cáscara de plátano. **Materiales y Métodos.** Los Tratamientos fueron: T1=100% maíz forrajero; T2=75% forraje de maíz con 25% de cáscara de plátano; T3=50% forraje de maíz con 50% de cáscara de plátano; T4=25% forraje de maíz con 75% de cáscara de plátano y T5=100% cáscara de plátano. Almacenados durante 30 días en tubos de PVC de capacidad de tres kilogramos. Se aplicó un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres bovinos con rumen fistulado y siete tiempos de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas). Las diferencias entre medias de tratamientos se establecieron mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$). La degradabilidad ruminal *in situ* de la materia seca del ensilaje de maíz forrajero con inclusión de cáscara de plátano fue aceptado hasta el 25% de inclusión de cáscara de plátano, esto es 75% maíz forrajero+25% cáscara de plátano. **Resultados.** La degradabilidad ruminal *in situ* de la materia orgánica del ensilaje de maíz forrajero con cáscara de plátano fue notorio con similar contenido en todos los tratamientos. Los niveles de inclusión de cáscara de plátano, mostró mayor desaparición de la materia seca y materia orgánica al incluir hasta 25% de cáscara de plátano en el ensilaje de maíz forrajero (T1 y T2), presentando una mejoría en la población microbiana y por ende un mejor ambiente ruminal, lo que facilita la colonización del sustrato utilizado. **Conclusiones.** Los niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa balbisiana*), mostró la mayor desaparición

ABSTRACT

Objective. To determine the ruminal degradability *in situ* of the forage corn silage with inclusion levels of banana peel. **Materials and methods.** The Treatments were: T1 = 100% forage corn; T2 = 75% corn forage with 25% banana peel; T3 = 50% corn forage with 50% banana peel; T4 = 25% corn forage with 75% banana peel and T5 = 100% banana peel. Stored for 30 days in PVC tubes with a capacity of three kilograms. A randomized complete block design was applied with five treatments and three bovines with fistulated rumen and seven incubation times (0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hours). The differences between treatment means were established using the Tukey test ($p < 0.05$). The ruminal degradability *in situ* of the dry matter of the forage corn silage including banana peel was accepted up to 25% inclusion of banana peel, that is, 75% fodder corn + 25% banana peel. **Results.** The ruminal degradability *in situ* of the organic matter of the forage corn silage with banana peel was notorious with similar content in all treatments. The inclusion levels of banana peel, showed greater disappearance of dry matter and organic matter when including up to 25% of banana peel in the forage corn silage (T1 and T2), presenting an improvement in the microbial population and therefore a better ruminal environment, which facilitates the colonization of the substrate used. **Conclusions.** The inclusion levels of banana peel (*Musa balbisiana*), showed the greatest disappearance of dry matter and organic matter when including up to 25% of banana peel in the silage based on forage

de la materia seca y materia orgánica al incluir hasta 25% de cáscara de plátano en el ensilaje a base de maíz forrajero.

PALABRAS CLAVE: fermentación, digestibilidad, residuos agrícolas.

corn.

Keywords: fermentation, digestibility, agricultural residues.

KEYWORDS: Fermentation, digestibility, agricultural residues.

INTRODUCCION

En los países tropicales existen dos épocas bien diferenciadas, en el caso de los pastos, existe una clara estacionalidad en la producción de biomasa con grandes diferencias entre la época lluviosa (80% del total) frente a la menor productividad de la época seca lo que ocasiona menor disponibilidad de forraje para los animales, se deben usar estrategias de conservación de forrajes, como el ensilaje para disponer de alimentos para esta época (1, 2). El ensilaje de forrajes se presenta como una alternativa viable para la época de escasez estacional, y la combinación de residuos agroindustriales con los forrajes para el ensilaje permitiría el aprovechamiento eficiente de los primeros (3). También, el uso de residuos agrícolas en la alimentación de rumiantes ha originado un proceso que permite dar una opción de manejo a los desechos productivos. Este uso de los desechos agrícolas ha resultado ser una excelente opción como alternativa de solución, y se han generado muchos estudios para la búsqueda de fuentes de alimentación alternativa (4). El plátano es uno de los cultivos más comunes en los países con clima tropical como el Ecuador y especialmente en la zona de la provincia de Los Ríos y lo que se consume es su pulpa, lo que provoca grandes cantidades de residuos de cáscara que si no son tratados adecuadamente provocan contaminación ambiental (5). El uso de residuos agrícolas están extendidos en los países tropicales, especialmente los que

disponen de procesamientos de frutas que supone un costo para estos residuos que las industrias lo deben asumir para evitar problemas ambientales, mientras que alternativamente estos residuos pueden suponer una fuente potencial de alimentos para los animales en épocas de carestía de forraje mediante el uso de residuos de frutas tropicales en ensilajes de gramíneas (5, 6, 7, 8)

Por lo tanto, los residuos de frutas tropicales son de gran importancia en nuestro medio, representan una alternativa interesante de uso en la alimentación de rumiantes, motivo por el cual se planteó el presente trabajo de investigación con el objetivo de determinar el efecto de los residuos agrícolas de plátano en la degradabilidad ruminal in situ del ensilaje de maíz forrajero, lo que permitirá determinar su posible utilización en la elaboración de dietas para rumiantes

1. MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental. La investigación se realizó en el laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional (RUMEN) de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), provincia de Los Ríos, Ecuador. El forraje de maíz se obtuvo de una parcela establecida en el Campus Experimental "La María" de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la UTEQ. Se realizó un corte de igualación y se cosechó a los 59 días (d), no se realizó

fertilización ni riego. Los residuos plátano se obtuvieron del mercado local, respectivamente, en Quevedo (Ecuador). El residuo de plátano fue exclusivamente la cáscara de la fruta. Muestras representativas del forraje de maíz segado y los residuos de frutas se recogieron previamente al ensilaje para la determinación de la degradación ruminal.

Tratamientos. Se investigaron cinco tratamientos: T1=100% maíz forrajero; T2=75% forraje de maíz con 25% de cáscara de plátano; T3=50% forraje de maíz con 50% de cáscara de plátano; T4=25% forraje de maíz con 75% de cáscara de plátano y T5=100% cáscara de plátano como único producto. Para ello, se utilizaron 30 silos experimentales (6 por tratamiento), construidos con tubos de policloruro de vinilo (PVC) de 30 centímetros (cm) de longitud por 10 cm de diámetro, con una capacidad de almacenamiento de 3 kilogramos (9), modificados para la extracción de efluentes (4, 10). Tanto el forraje de maíz como los residuos se picaron en una picadora de pasto (Trapp® ES 400, Tapp, Jaraguá do Sul, Brasil) para reducir las partículas a 2-5 cm de longitud. El material se pesó en una balanza digital (MOBBA BS, Mobba, Barcelona, España), de acuerdo con los tratamientos, y se homogenizó concienzudamente antes de introducirlo en los silos. La compactación fue manual, tipo tornillo, y el sellado bajo presión se realizó con patones de PVC, tornillos y cinta de embalaje. Los silos sellados se colocaron en un depósito a temperatura ambiente ($26 \pm 0,6$ °C), con iluminación natural, sin radiación solar directa. La apertura de los silos se hizo tras 60 d de almacenamiento, el contenido de cada silo se homogenizó manualmente y se recogió una muestra de 1 kg para el estudio de su composición química. Estas muestras se secaron en estufa (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) durante 48 horas (h) y posteriormente se trituraron en un molino (Model 4 Wiley Mill, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, EUA) con criba de 2 milímetros (mm).

Degradabilidad ruminal in situ. Para

determinar la degradabilidad ruminal in situ de la materia seca (DISMS) se preparó una muestra correspondiente a cada tratamiento. La muestra se deseco en estufa (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) a 65 °C por 48 h. La DISMS se determinó utilizando la técnica de bolsa de nylon para lo cual se usaron tres bovinos (Brahman) castrados y fistulados del rumen de $400 \text{ kg} \pm$ de peso vivo.

Para cada tratamiento, en cada repetición se usaron tres bovinos. Para cada corrida se utilizaron siete bolsas de nylon 10 x 21 cm y 53 mm de tamaño de poro, que contenían cada una 10 g de muestra molida, seis bolsas se suspendieron en la parte ventral del rumen, con una secuencia de incubación de 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h. la desaparición del material en la hora cero, fue estimada en la séptima bolsa sin incubar en el rumen, lavándola de la misma manera que las demás. Durante la prueba los bovinos fueron alimentados con pasto saboya a libre acceso supervisado por los médicos veterinarios de la universidad. Posteriormente las bolsas fueron secadas en una estufa a 60 °C durante 48 h; al residuo de cada bolsa en cada periodo de incubación se le determinó su contenido de MS, cuyo porcentaje de desaparición se estimó por diferencia utilizando la ecuación de Villalobos et al. (11)

Diseño Experimental. Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, las diferencias de medias se agruparon mediante Tukey al 5% de probabilidad. Los parámetros no lineales, así como la desaparición de la digestibilidad in situ de la materia seca, fueron calculados por medio del paquete computacional SAS (12).

2. RESULTADOS Y DICUSION

La degradabilidad in situ de la materia seca

(DISMS) del ensilaje de maíz forrajero con niveles decrecientes (100, 75, 50 y 25%) de inclusión más niveles crecientes de cáscara de plátano (0, 25, 50, 75 y 100%) se presentan (Tabla 1), la DISMS a la hora 0 y 6 de incubación ruminal fue superior ($p < 0.05$) en el T1=ensilaje maíz 100% que obtuvo 31.49 y 54.74%, y en el T2=75% ensilaje maíz y 25% residuos de plátano obtuvo 28.63 y 53.18 %, seguido el T3=50% ensilaje maíz y 50% residuos de plátano con valores de 23.87 y 45.91%, pues, el T4=25% ensilaje maíz y 75% residuos de plátano obtuvo 20.04 y 42.20% y el T5=100% residuos de plátano fue inferior con 14 y 32.93%. En la hora 3 de incubación ruminal el T1 sobresalió con 36.12%, siendo significativo ($p < 0.05$) comparados con los tratamientos T2, T3, T4 y T5 (32.69, 29.80, 27,74 y 19.89% respectivamente). En el tiempo de incubación ruminal de 12 y 24 horas no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$). A las 48 horas de incubación ruminal, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 (70.85, 71.56, 70.59 y 70.37% respectivamente) presentaron diferencias ($p < 0.05$) con el T5 (66.46%), y por último a

las 72 horas de incubación ruminal los T2 y T1 (72.16 y 72.08% respectivamente) presentaron diferencias frente a los T3, T4 y T5 (70.37, 69.80 y 67.62%). Los resultados obtenidos permiten determinar que a medida que se incrementa el nivel de residuo de cáscara de plátano disminuye la degradabilidad in situ de la materia seca, pues, a mayor cantidad de cáscara de plátano menor degradabilidad (Figura 1).

Los resultados obtenidos con ensilaje de maíz forrajero como ingrediente único y con residuos de plátano fueron inferiores los reportados por (6) que obtuvieron valores superiores 89.5% de DISMS. (1) reportaron valores inferiores de degradabilidad entre 63,25 y 69,10% cuando estudiaron la DISMS en residuos de maracuyá en ensilaje de maíz. (13) estudiaron la degradabilidad in vitro de la materia seca de ensilajes de pasto saboya (*Panicum maximum* Jacq.) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) reportaron valores menores de degradación a las 48 horas de incubación entre 40,61 y 45,39% DISMS.

Tabla 1. Degradabilidad ruminal in situ de la materia seca del ensilaje de maíz (*Zea mays*) con niveles de inclusión de cáscara de plátano (*Musa balbisiana*)

Tiempo incubación (horas)	T1 Ensilaje Maíz 100%	T2 Ensilaje Maíz 75% + CP 25%	T3 Ensilaje Maíz 50% + CP 50%	T4 Ensilaje Maíz 25% + CP 75%	T5 Ensilaje CP 100%	EEM	CV (%)	P<
0	31.49a	28.63a	23.87b	20.04c	14.00d	0.65	4.76	<0.0001
3	36.12a	32.69ab	29.80bc	27.74c	19.89d	0.92	5.46	<0.0001
6	54.74a	53.18a	45.91b	42.20b	32.93c	1.03	3.88	<0.0001
12	59.85a	59.19a	59.04a	57.26a	56.22a	1.40	4.16	0.3930
24	67.98a	67.53a	66.88a	66.31a	65.90a	1.04	2.70	0.6306
48	70.85a	71.56a	70.59a	70.37a	66.46b	0.31	0.77	<0.0001
72	72.08a	72.16a	70.37ab	69.80b	67.62c	0.40	0.99	0.0002

CP: Cáscara de plátano; EEM: Error Estándar de la Media; CV: Coeficiente de Variación; abcd.; P<: Probabilidad Promedios en cada fila

con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p > 0.05$).

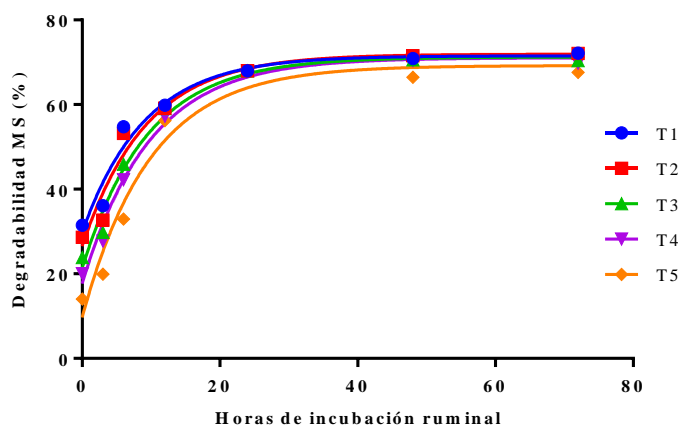


Figura 1. Degradación ruminal de la materia seca de los ensilajes a base de maíz forrajero con inclusiones de cáscara de plátano

3. CONCLUSIONES

Al aumentar el nivel de inclusión de cáscara de plátano decrece la degradabilidad de materia seca por lo tanto, el incremento del nivel de inclusión de cáscara de plátano fue directamente proporcional respecto al tiempo de incubación, en la mayoría disminuye la degradabilidad. Las inclusiones de 25% de cáscara de plátano en la elaboración de ensilajes de maíz forrajero tienen valores aceptables degradables en el rumen, por tanto, es una opción favorable para la alimentación de rumiantes por su capacidad de suministrar nutrientes degradables a los microorganismos ruminales y al propio animal

4. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento a través Fondo Competitivo de Investigación Ciencia y Tecnología (FOCICYT) Séptima Convocatoria en el Proyecto Caracterización y clasificación de residuos agroindustriales y agrícolas

tropicales de uso alimenticio del bovino de doble propósito

REFERENCIAS

- [1]. Sánchez, A., Torres, E., Espinoza, I., Montenegro, L., Barba, C. y García, A. (2019). Valoración nutricional in situ de dietas con harina de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sustitución del maíz (*Zea mays*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 30(1), 149-157. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14438>.
- [2]. Caraballo, A., Betancourt, M. y Florio, J. 2007. Efecto de la melaza, estado fisiológico del pasto y tamaño del material cosechado sobre el ensilado de pasto Guinea (*Panicum maximum*, Jacq.) Ciencia, 15(1): 35-46.
- [3]. Espinoza, I., Pérez C, Montenegro, L., Sánchez, A., García, A. y Martínez, A. 2016. Composición química y cinética de degradación ruminal in vitro del

- ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con niveles crecientes de inclusión de residuo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.). Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias. 26(6), 402 - 407.
- [4]. Espinoza, I., Montenegro, L., Sánchez, L., Romero, M., Medina, M., y García, A. 2017. Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de residuos agroindustriales de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa paradisiaca*). Revista Ciencia y Tecnología UTEQ 10(2) p 63-67. <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i2.209>.
- [5]. Montenegro, L., Espinoza, I., Sánchez, A., Barba, C., García, A. y Requena F. 2018. Composición química y cinética de degradación ruminal in vitro del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con inclusión de residuos de frutas tropicales. Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad de Zulia. 23(4), 306-312.
- [6]. Espinoza, I., Montenegro, B., Rivas, J., Romero, M., García, A. y Martínez, A. 2017. Características microbianas, estabilidad aeróbica y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con niveles crecientes de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*). Revista Científica Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad de Zulia. 27 (4), 178-185.
- [7]. Candido, M., Neiva, j., Rodríguez, n. y Ferreira, A. 2007. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá Revista Brasileira Zootecnia. 36:1489-1494. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000700005>.
- [8]. Boucque, Chv. y Fiems, Lo. 1988. Vegetable by-products of agro-industrial origin. Livestock Production Science.19:97-135.
- [9]. Dormond, H., Rojas, A., Boschini, C., Mora, G., & Sibaja, G. (2011). Evaluación preliminar de la cáscara de banano maduro como material de ensilaje, en combinación con pasto king grass (*Pennisetum purpureum*). InterSedes, 12(23), 17-31. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66622603002>
- [10]. Pereira, L., Gonçalves, L., Tomich, T., Borges, I., & Rodríguez, N. (2005). Silos experimentais para avaliação da silagem de três genótipos de girassol (*Helianthus annuus* L.). Archivos Brasileiros de Medicina Veterinaria y 57 (5), 690-696. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352005000500015>.
- [11]. Villalobos, C., González, E. y Ortega, J. 2000. Técnicas para estimar la degradación de proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. Técnica Pecuaria en México 38 (2). Disponible en: <https://www.redalyc.org>
- [12]. SAS Versión 9.0. (2004). User's guide. Cary, Estados Unidos.
- [13]. Barrera, A., Montenegro, L., Sánchez, A., Medina, M., Medina, M., y Espinoza, I. (2017). Degradabilidad ruminal in vitro de ensilajes de pasto saboya (*Panicum maximum* jacq.) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.). Ciencia Y Tecnología, 10(2), 53-62. DOI: <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i2.208>