



DEGRADABILIDAD RUMINAL *IN SITU* DE ENSILAJE DE PASTO ELEFANTE CON CINCO NIVELES DE INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE MARACUYÁ

IN SITU RUMINAL DEGRADABILITY OF ELEPHANT GRASS SILAGE WITH FIVE LEVELS OF PASSION FRUIT PEEL INCLUSION

Miguel Romero Romero; Italo Espinoza Guerra; Alexandra Barrera Álvarez; León Montenegro Vivas.

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Av. Walter Andrade, km 1,5 vía a Santo Domingo, C.P. 73. Quevedo – Ecuador.

Email: iespinoza@uteq.edu.ec

<https://doi.org/10.33789/talentos.8.2.149>

Resumen: *El objetivo de la investigación fue evaluar la inclusión de cinco niveles de cáscara de maracuyá 0, 5, 10, 15 y 20% en ensilaje de pasto elefante, 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 ($p < 0.05$). Los valores de la DMSIS en los tiempos 0, 3, 6, 12, 24 y 48 horas de incubación no presentaron diferencia ($P > 0.05$), en todos los tratamientos que se incrementó el residuo de maracuyá en el ensilaje de pasto elefante aumentó la desaparición de la materia seca con el paso del tiempo de incubación de la muestra en el rumen. La DMSIS a las 72h fue 72.67% en el T1 superior ($P < 0,05$) a los demás tratamientos lo que indica la importancia de los carbohidratos estructurales de fácil digestión en la digestibilidad total de la MS. Esta tendencia de degradación puede deberse principalmente a los contenidos similares de la composición química del pasto elefante y residuo de maracuyá, especialmente del contenido de FDN y FDA ya que estas fracciones de fibra son indicadores indirectos de la digestibilidad.*

Palabras clave: *digestibilidad ruminal, fermentación, incubación.*

Recibido: 21 de mayo de 2021

Online: 20 de octubre de 2021

Publicado como artículo científico en la Revista de Investigación Talentos 8 (2), 01-08

Aceptado: 19 de octubre de 2021

Publicación: 01 de julio de 2021

Abstract: *The objective of the research was to evaluate the inclusion of five levels of passion fruit peel 0, 5, 10, 15 and 20% in elephant grass silage, 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). Differences between treatment means were established using the Tukey test ($p < 0.05$). The DMSIS values at times 0, 3, 6, 12, 24 and 48 hours of incubation did not show difference ($P > 0.05$), in all the treatments that increased the residue of passion fruit in the elephant grass silage increased the disappearance of dry matter with the passage of incubation time of the sample in the rumen. The DMSIS at 72h was 72.67% in the T1 higher ($P < 0.05$) than the other treatments, which indicates the importance of easily digestible structural carbohydrates in the total digestibility of DM. This degradation trend may be mainly due to the similar contents of the chemical composition of elephant grass and passion fruit residue, especially the content of NDF and FDA since these fiber fractions are indirect indicators of digestibility.*

Keywords: *ruminal digestibility, fermentation, incubation.*

I. INTRODUCCIÓN

El pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) es originario de África con un potencial de producción de materia seca (80 toneladas MS/ha/año) y es reconocida como una de las gramíneas tropicales de mayor potencial forrajero y la planta forrajera más utilizada como para conservación de forraje en forma de ensilaje (1). El pasto elefante es la hierba perenne más utilizado para el ensilado por su alto rendimiento de forraje (2). Sin embargo, este material vegetal generalmente es de baja calidad y resulta afectada aún más, por las altas temperaturas ambientales que aceleran la tasa de maduración del forraje, lo que resulta el aumento significativo en el contenido de fibra y la lignificación de las paredes celulares además de la disminución de la digestibilidad, este forraje puede ser suministrada para la alimentación animal,

bajo tres formas: pastoreo, corte y ensilaje, mostrando un potencial productivo de 40 a 50 t MS/ha/año (3).

El ensilaje es un importante método para preservar los forrajes destinados a la alimentación bovina. Mediante este proceso, el material ensilado se conserva con un mínimo de pérdidas de materia seca y nutrientes, manteniendo una buena palatabilidad para el ganado, con la fermentación natural que se da dentro del ensilaje se busca inhibir el crecimiento de microorganismos indeseables que afectan la degradación de la materia seca y el valor nutricional del material ensilado (4).

Los residuos de frutas pueden ser utilizados para la alimentación animal dado su alto contenido de carbohidratos estructurales

(celulosa, hemicelulosas, pectinas, rafinosa y estafiosa) y polisacáridos no estructurales (gomas y mucilagos). Este tipo de residuos se caracterizan por su alto contenido de humedad, hecho que dificulta su almacenamiento y preservación. Una alternativa para preservar este tipo de materiales es la elaboración de ensilajes, método que permite almacenar grandes volúmenes de material a bajo costo en época de cosecha y suministrarlo de forma regular a lo largo del año (5). En los países tropicales, 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 (6).

El residuo de maracuyá consiste en cáscara, pulpa y semillas. La cáscara representa el 62.10% de la fruta y es rica en pectina y minerales. Las semillas, a su vez, son fuente de aceite con un gran potencial para su uso en la alimentación animal. La pectina se asocia con la pared celular, pero no se une covalentemente a las porciones lignificadas, y se digiere casi por completo (90-100%) en el rumen, sin embargo, los subproductos en el procesamiento de frutas tropicales y otros productos en la alimentación de rumiantes todavía se utilizan empíricamente y, por lo tanto, la gran necesidad de experimentos destinados a evaluar aspectos como la ingesta, la digestibilidad y el rendimiento animal (7).

La determinación de la digestibilidad de los nutrientes es el primer paso en la evaluación del potencial de un ingrediente para su uso en una dieta alimenticia, la digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento

que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque por los microorganismos anaerobios ruminales; mientras que, la degradabilidad hace referencia a la cantidad de alimento que se descompone en sus elementos integrantes, mediante procesos biológicos o químicos. A diferencia de la degradabilidad, la digestibilidad de los forrajes permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento (8). Por lo antes mencionado, el objetivo de la investigación fue evaluar la inclusión de cinco niveles de cáscara de maracuyá 0, 5, 10, 15 y 20% en ensilaje de pasto elefante, almacenados durante 30 días en tubos de PVC de capacidad de tres kilogramos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

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 pasto elefante se obtuvo de una parcela establecida en el Campus Experimental "La María" de Facultad de Ciencias Pecuarias de la UTEQ. Se realizó un corte de igualación y se cosechó a los 45 días, no se realizó fertilización ni riego. El residuo de maracuyá se obtuvo en la empresa TROPIFRUTAS S.A. (Quevedo, Ecuador) y consistió principalmente en cáscaras mezcladas con cantidades inferiores de pulpa y semillas. Muestras representativas del pasto cortado y el residuo de maracuyá se recogieron

previamente al ensilaje para formar sendas muestras compuestas de cada producto en las que se determinaron los contenidos de materia seca, materia orgánica, cenizas y proteína bruta, de acuerdo con los métodos de AOAC (9) y de fibra neutro detergente y fibra ácido detergente, con el procedimiento de ANKOM Technology (Macedon, NY, USA).

Se prepararon cinco ensilados de pasto elefante con la inclusión de 0, 5, 10, 15 y 20% en base fresca de residuo de maracuyá. Para ello, se utilizaron 25 silos experimentales (5 por tratamiento), contruidos con tubos PVC de 30 cm de longitud por 10 cm de diámetro, con una capacidad de almacenamiento de 3 kg (10), modificados para la extracción de efluentes (11). Tanto el pasto como el residuo se picaron en una picadora de pasto SC Cevacos Trapp® ES 400) para reducir la longitud de las partículas por debajo de 5 cm. El material se pesó 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 tubos PVC, tornillos y cinta de embalaje. Los silos sellados se colocaron en un depósito a temperatura ambiente con iluminación natural, sin radiación solar directa. La apertura de los silos se hizo tras 30 días de almacenamiento. Inmediatamente se extrajeron muestras con un sacabocados de extremo biselado y 40 cm de longitud y el orificio dejado se rellenó con el propio material del mini silo.

La muestra de cada mini silo se mezcló cuidadosamente para la recogida de dos submuestras. Una de las submuestras se mezcló homogéneamente con las demás del

mismo tratamiento en una única muestra para la determinación de la composición química con los mismos procedimientos descritos para el forraje y el subproducto (Tabla 1). Para determinar la degradabilidad ruminal *in situ* de la MS (DMSIS), se preparó una muestra compuesta con alícuotas de la segunda submuestra de los mini silos correspondientes a cada tratamiento. Se introdujeron 10 g de muestra desecada en estufa a 65°C durante 48 h (10% de humedad) y molida en bolsas de nylon de 10 x 20 cm con un tamaño de poro de 50 micras. Por cada tratamiento y tiempo de incubación (0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 h), se incubaron dos bolsas en cada uno de tres bovinos Brahman castrados (500±20 kg de peso vivo), provistos de fistula ruminal. Los animales fueron alimentados con pasto elefante a discreción y fueron controlados permanentemente por los servicios veterinarios, evitando situaciones de sufrimiento y favoreciendo el comportamiento natural. 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 Orskov y McDonald (12). Los parámetros no lineales, así como la desaparición de la materia seca, fueron calculados por medio del paquete computacional SAS (13).

Tabla I. Composición química (MS%) de los materiales utilizados en el ensilaje de pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Jacq.) con cinco niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.)

Contenido	Pasto elefante	Residuo de maracuyá
Materia seca (MSP)	15.40	28.40
Materia orgánica	82.92	91.29
Cenizas	17.08	8.71
Proteína bruta	4.27	3.84
Fibra neutro detergente	65.89	54.03
Fibra ácido detergente	25.64	30.51

Fuente: Laboratorio de Rumiología y metabolismo Ruminal, UTEQ 2020.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

Las variables relacionadas con la estimación de la desaparición (%) y los parámetros de degradación de la materia seca *in situ* (DMSIS) del ensilaje de pasto elefante que contienen niveles de inclusión de cáscara de maracuyá se presentan en la tabla 2. Los valores de la DMSIS en los tiempos 0, 3, 6, 12, 24 y 48 horas de incubación no presentaron diferencia ($p > 0.05$), en todos los tratamientos con residuo de maracuyá en el ensilaje de pasto de pasto elefante aumentó la desaparición de la materia seca con el paso del tiempo de incubación de la muestra en el rumen. La DMSIS a las 72h fue de 72.67% en el T1, superior ($P < 0,05$) a los demás tratamientos, lo que indica la importancia de los carbohidratos estructurales de fácil digestión en la digestibilidad total de la MS.

Está marcada tendencia de degradación puede deberse principalmente a los contenidos

similares de la composición química del pasto elefante y residuo de maracuyá, especialmente del contenido de FDN y FDA, pues, estas fracciones de fibra son indicadores indirectos de la digestibilidad. Sin embargo, una publicación (14) reportó que la digestibilidad de la materia seca no presentó diferencias significativas cuando estudiaron la cáscara de algodón en sustitución parcial del pasto elefante. Asimismo, otros autores (15) no observaron diferencias estadísticas en el desaparecimiento de la materia seca cuando estudiaron la degradación de ensilajes de pasto elefante conteniendo residuos agroindustriales de achiote.

Empero, valores similares indican para la desaparición de la materia seca en residuos de maracuyá a las 48 horas con 64.2% (6). Otro estudio, reportó valores más altos (67 a 71%) que este trabajo de investigación cuando estudiaron la DMSIS de tres variedades de maracuyá (16). Comparando los resultados del presente trabajo, existen valores promedios inferiores para la desaparición de la DISMS a las 48 horas (55.96%) cuando estudiaron degradabilidad ruminal de pasto saboya con inclusión de residuos de maracuyá (17). Pese a estos resultados, valores entre 36.66 a 50.78% de la desaparición de la materia seca reportan cuando se utiliza inclusión de residuos de achiote en silages de pasto elefante (15).

Tabla II. Promedios para la variable degradabilidad *in situ* de la materia seca de los ensilajes de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) con diferentes niveles de inclusión (%) de residuo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.). Laboratorio de Rumíología – FCP, 2017.

Horas incubación	Nivel de inclusión de residuo de maracuyá					EEM	P Lineal
	0%	5%	10%	15%	20%		
0	22.00±6.75	23.49±6.75	21.91±6.75	22.93±6.75	21.77±6.75	0.62	0.0693
3	24.52±5.01	24.50±5.01	24.09±5.01	24.14±5.01	24.17±5.01	0.50	0.9452
6	28.04±6.29	29.62±6.29	29.27±6.29	28.57±6.29	28.73±6.29	0.74	0.6045
12	49.00±6.20	48.56±6.20	46.28±6.20	47.77±6.20	47.98±6.20	1.21	0.5789
24	63.00±3.46	63.44±3.46	62.84±3.46	61.98±3.46	63.75±3.46	0.89	0.6862
48	68.47±1.63	67.58±1.63	67.76±1.63	67.75±1.63	67.55±1.63	0.45	0.6103
72	72.67±3.02a	69.96±3.02ab	68.82±3.02b	69.26±3.02ab	68.19±3.02b	0.86	0.0121

EEM: Error Estándar de la Media; P<: Probabilidad; CV: Coeficiente de Variación; abc Promedios en cada fila con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$).

IV. CONCLUSIONES

La combinación de residuo de maracuyá con pasto elefante podría ser una forma eficiente y aceptable medioambientalmente, si se dispone del primero en su área de producción. La utilización de residuos de cáscara de maracuyá en el ensilaje de pasto elefante no afectó el proceso de degradación de la materia seca hasta las 48 horas de incubación ruminal, a excepción del último periodo de incubación 72 horas, la marcada tendencia de degradación puede deberse principalmente a los contenidos similares de la composición química del pasto elefante con inclusión de residuo de maracuyá.

V. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento a través fondo competitivo de investigación Ciencia

y Tecnología, séptima convocatoria en el proyecto: Caracterización y clasificación de residuos agroindustriales y agrícolas tropicales de uso alimenticio del bovino de doble propósito.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Alves G, Fontes C, Processi E, Fernandes A, Oliveira T, Gloria L. *Performance and digestibility of steers fed by-product of fresh passion fruit or sorghum silage, with and without concentrate supplementation*. Revista Brasileira de Zootecnia. 2015; 44(9): p. 314-320. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902015000900002>.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*. 13ra ed. Washington, EUA: Association of Official Analytical Chemists.
- Carvalho G, García R, Pires A, Detman E, Pereira O, Fernandes F. *Degradação*

ruminal de silagem de capim-elefante emurchecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. Revista Brasileira de Zootecnia. 2008; 37(8): p. 1347-1354. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000800003>.

Chizzotti, M., Valadares F, Leão, Ma., Rilene F., , Chizzotti., Magalhães, y Marcondes, M. 2005. *Casca de Algodão em Substituição Parcial à Silagem de Capim-Elefante para Novilhos.* Revista Brasileira Zootecnia, 34(6), pp. 2093-2102. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000600035>.

Correa, M., Noguera, R. & Posada, S., 2013. *Cinética de degradación ruminal del ensilaje de maíz con diferentes niveles de inclusión de vinaza.* Revista Medicina Veterinaria y Zootecnia, 8(2), pp. 42-51. Available from <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072013000200004&lng=en&nrm=iso>. access on 18 Jan. 2021.

Dormond, H., Rojas, A., Boschini, C., Mora, G., & Sibaja, G. (2011). *Evaluación preliminar de la cáscara de banana 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>

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, ISSN-e 1390-4043, ISSN 1390-4051, Vol. 10, N°. 2, 2017, págs. 63-68.

Espinoza I, Pérez C, Montenegro L, Sánchez A, García A, Martínez A. *Composición química y cinética de degradación ruminal in vitro del ensilado de pasto saboya (Megathyrus maximus) con niveles crecientes de inclusión de residuos de maracuyá (Passiflora edulis Sims).* Revista Científica Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Zulia. 2016 octubre 26; 26(6): p. 402-407.

Giraldo, C., Valderrama, E., Montoya, L. y Armbrcht, I., 2006. *Efecto de Tithonia diversifolia (Asteraceae) sobre herbivoría de Atta cephalotes (Hymenoptera: Formicidae).* Cuba, EEPF “Indio Hatuey”, p. 113.

González, I., Bentacourt, M., Fuenmayor, A. y Lugo, M., 2011. *Producción y composición química de forrajes de dos especies de pasto Elefante (Pennisetum sp.) en el Noroccidente de Venezuela.* Zootecnia Tropical, 29(1). Disponible en: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692011000100009&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0798-7269.

Lousada J, Costa J, Neiva J, Rodriguez N. *Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento*

- de frutas tropicais visando seu aproveitamentona alimentação animal.* Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 37, n. 1. 2006. p. 70-76. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19531742501>
- Noguera, R., Valencia, S. y Posada, S., 2014. *Efecto de diferentes aditivos sobre la composición y el perfil de fermentación del ensilaje de cáscaras de Maracujá (Passiflora edulis).* Liverstock Research for Rural Developmen, 26(4). from <http://www.lrrd.org/lrrd26/9/nogu26168.html>
- Orskov, E., & Deb Hovell, F. M. (1980). *Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos.* Producción Animal Tropical 5: 213-233.
- 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>.
- SAS. Versión 9.0. (2004). User's guide. Cary, Estados Unidos.
- Rêgo, M., Neiva, J., Rêgo, A., Cândido, M., Clementino, R., y Restle, J. 2010. *Nutritional evaluation of elephant-grass silages with byproduct of annato.* Revista Brasileira de Zootecnia, 39(10), pp. 2281-2287. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001000026>.
- Vieira, C., Vasquez, H. y Da Silva, J., 1999. *Composição químico-bromatológica e degradabilidade in Situ da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro da casca do fruto de três variedades de maracujá (Passiflora spp).* Revista Brasileira de Zootecnia. vol.28 no.5 Viçosa, pp. 1148-1158. <https://doi.org/10.1590/S1516-35981999000500034>.