

DEGRADABILIDAD Y CINÉTICA RUMINAL IN SITU DE DIETAS CON ENSILAJE DE MAÍZ FORRAJERO (ZEA MAYS) Y RESIDUOS DE BANANO VERDE (MUSA PARADISIACA) PARA OVINOS TROPICALES

DEGRADABILITY AND RUMINAL KINETICS IN SITU OF DIETS WITH FORAGE CORN SILAGE (ZEA MAYS) AND GREEN BANANA RESIDUES (MUSA PARADISIACA) FOR TROPICAL SHEEP

Ítalo F. Espinoza^{1*}

¹ Carrera Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2975-3087>. Correo: iespinoza@uteq.edu.ec

Alexandra E. Barrera²

² Carrera Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8548-1701>. Correo: abarrera@uteq.edu.ec

Adolfo R. Sánchez³

³ Carrera Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5428-4473>. Correo: arsanchez@uteq.edu.ec

Kerly E. Jiménez Pincay⁴

⁴ Carrera Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6352-335X>. Correo: kerly.jimenez2016@uteq.edu.ec

Antón R. García⁵

⁵ Animal Science Department, Rabanales University Campus, University of Cordoba, 14071 Córdoba, Spain. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1977-7752>. Correo: palgamaa@uco.es

Cecilio J. Barba⁶

⁶ Animal Science Department, Rabanales University Campus, University of Cordoba, 14071 Córdoba, Spain. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8363-1673>. Correo: cjbarba@uco.es

Resumen

En las diferentes producciones agropecuarias se maneja la alimentación, con suplementos como libre pastoreo. Los alimentos concentrados ofertan las necesidades nutricionales durante los 365 días del año, y no se lograría si dependiera la alimentación solo de los pastos. El objetivo fue determinar la degradabilidad y cinética ruminal in situ del ensilaje de maíz forrajero y residuo de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base. Los tratamientos fueron T1, ensilaje de maíz 50% RB 0%; T2 ensilaje de maíz 45% RB 5%; T3 ensilaje de maíz 40% RB 10%; T4 ensilaje de maíz 35% RB 15% y T5 ensilaje de maíz 30% RB 20%. Se aplicó un DBCA con cinco tratamientos y cuatro repeticiones para las diferencias de las medias se utilizó Tukey ($P>0,05$). Se recolectó el material a ensilar a los 90 días de edad (Etapa Vegetativa V8). Se utilizó residuos de banano verde, polvillo de arroz, pasta de soya y sales minerales. El proceso de fermentación anaeróbica duro 30 días, las muestras secadas en una estufa con aire forzado a 65°C por 48 horas, se molió en un molino Thomas Willy con criba de 2 mm. Se desecó en estufa a 65 °C por 48 h. Para DISMS y la DISMO se utilizó bolsa de nylon en cuatro bovinos castrados y fistulados del rumen. Para cada corrida se utilizaron siete bolsas de nylon 10 x 21 cm y 53 mm de tamaño de poro, con 10 g de muestra molida, con 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas. La digestibilidad in situ de MS y MO se incrementó con el 20% de inclusión de este residuo con una degradación efectiva del 57,23 y 57,05% en una tasa de pasaje (k 0.02). Los parámetros de degradabilidad ruminal in situ de la materia seca y orgánica del ensilaje de maíz forrajero con residuos de banano verde, es una alternativa viable utilizando el 20% de debido a la dinámica de degradación ruminal de la MS y MO.

Palabras clave: Dietas; fermentación; residuos agrícolas

Abstract

In the different agricultural productions, food is managed, with supplements such as free grazing. Concentrated feeds offer nutritional needs 365 days a year, and this would not be achieved if the feed depended only on pastures. The objective was to determine the in situ ruminal kinetics and degradability of forage maize silage and green banana residue in different proportions in a base diet. The treatments were T1, corn silage 50% RB 0%; T2 corn silage 45% RB 5%; T3 corn silage 40% RB 10%; T4 corn silage 35% RB 15% and T5 corn silage 30% RB 20%. A DBCA was applied with five treatments and four repetitions for the differences in means, Tukey was used ($P>0.05$). The material to be ensiled was collected at 90 days of age (Vegetative Stage V8). Green banana residues, rice powder, soybean paste and mineral salts were used. The anaerobic fermentation process lasted 30 days, the samples were dried in a forced air oven at 65°C for 48 hours, and ground in a Thomas Willy mill with a 2 mm sieve. It was dried in an oven at 65 °C for 48 h. For DISMS and DISMO, a nylon bag was used in four castrated and rumen fistulated cattle. For each run, seven nylon bags 10 x 21 cm and 53 mm pore size were used, with 10 g of ground sample, with 0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hours. The in situ digestibility of DM and OM increased with 20% inclusion of this residue with an effective degradation of 57.23 and 57.05% in a passage rate (k 0.02). The in situ ruminal degradability parameters of the dry and organic matter of forage maize silage with green banana residues, is a viable alternative using 20% due to the dynamics of ruminal degradation of DM and OM.

Keywords: *Diets; fermentation; agricultural residues*

Fecha de recibido: 16/09/2023

Fecha de aceptado: 02/12/2023

Fecha de publicado: 19/12/2023

Introducción

El maíz es un cultivo muy diverso, en varias partes del mundo existe una gran variabilidad de dicha planta, ya que se logra obtener un cruzamiento donde se obtienen híbridos del maíz. El ensilaje de forraje verde (maíz) es una técnica de conservación que se basa en procesos químicos y biológicos generados en los tejidos vegetales en un medio de anaerobiosis, por medio de la cual se puede obtener un alimento pala table y con un valor nutritivo similar al, forraje original. De manera que las ganaderías intensivas logren disponer de una mayor capital de trabajo (Acosta et al., 2009). El ensilado es una técnica que consiste en almacenar los forrajes por medio de la fermentación microbiana, en la que se logra un estado, en el que se asemeja cuando está fresco el alimento. Los elementos nutritivos que contiene la célula vegetal y que libera parcialmente cuando muere, son empleados por bacterias lácticas y se transforman en ácido láctico. Este proceso logra que el pH descienda, evitando que otras bacterias perjudiciales se desarrollen (Garcés et al., 2004)

Dentro de los programas de producción animal, existen carencias, por la falta de conocimientos de los productores, al no saber que se puede guardar alimento para las temporadas de sequía. Lo cual se puede aprovechar al máximo las temporadas de lluvias donde la producción de alimento verde esta por el 80% mientras que en verano alcanza al menos el 20% de producción a nivel nacional, siendo mayormente perjudicadas las zonas tropicales, amazónicas y costa de nuestro territorio ecuatoriano y el avance en los sistemas ganaderos se asocia a la implementación de tecnologías en la producción y a la mejora de sus ingresos por los productores ganaderos (Sánchez et al., 2019; Torres et al., 2014).

Sin embargo, los pequeños productores viven en el umbral de la pobreza y siendo marginados por el gobierno y las instituciones indicadas a proteger a los ganaderos con menos posibilidades, ya que se encuentran en un sistema ecológico frágil, pero con gran impacto en el ambiente, por lo cual mitiga los efectos de gases invernadero, al no utilizan productos externos (García et al., 2016). En las ganaderías ecuatorianas se maneja la alimentación a base de pastoreo libre con y sin fertilización edáfica y en algunos casos con residuos agrícolas como suplemento, especialmente en la época seca (Espinoza et al., 2016).

Frente a las escasas de fuentes de alimento en las ganaderías de la costa ecuatoriana, se realizó la presente investigación, en la cual se logró determinar la degradabilidad y cinética ruminal in situ de una dieta base la cual se formuló con ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) incluyendo residuo de banano en estado verde (*Musa paradisiaca*). Donde se logró cumplir con los requerimientos nutritivos que exigen rumiantes en proceso de engorde, y así lograr suplementar de manera óptima ganado mayor y menor.

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 maíz forrajero se lo

obtuvo de parcelas establecidas en el Campus Experimental “La María” de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas de la UTEQ. Donde se realizó la cosecha a los 90 (d), el banano obtenido fue de rechazo de bananeras de la zona el cual fue picado a mano, secado por dos días al sol para lograr eliminar el exceso de líquido y mancha, ambos materiales vegetativos se ensilaron para lograr una fermentación anaeróbica en bolsas industriales de color negro y este proceso de anaerobiosis duró 30 días.

Posteriormente se tomaron muestras que fueron pesadas y secadas en una estufa de aire forzado (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) a 65°C durante 48 horas, en la cual se logró deshidratar, y posteriormente moler en un molino (Thomas Willy) con criba de 1mm, el cual se almacenó en fundas plásticas con su respectiva rotulación., luego se pesó y se mantuvo en una estufa de aire forzado (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) por 4 días a una temperatura de 65°C consecutivamente se lo peso y se molió en un molino Thomas Willy con criba de 1mm, continuamente se realizó el tamizaje con un tamiz BS410/1923 con apertura 0,500 um al igual que se lo hizo con maíz molido. Luego se realizó la formulación de cinco (5) dietas donde se incluyó pasta de soya, polvillo de cono y sal mineral con pesos estándar, donde solo el maíz y el banano cambian de porcentaje en la dieta.

La degradación ruminal se la determinó usando cuatro bovinos castrados que se encuentran fistulados en el rumen con un peso vivo de 500 kg±. Las bolsas de nylon que se utilizaron tuvieron las medidas de 10 x 21 cm y 53 mm el tamaño del poro, y. Las bolsas de nylon fueron secadas en una estufa de aire caliente (Memmert UN55, Memmert, Schwabach, Alemania) por 48 horas a 65°C. seguidamente se procedió a pesar las bolsas en una balanza analítica, luego se pesaron los tratamientos los cuales serán de 10 gramos en cada bolsita de nylon, teniendo seis (6) horas de incubación (0,3,6,12,24,48,72 horas) un total de 280 bolsitas evaluándose 70 bolsitas en cada bovino Orskov y McDonald (1980) en el rumen. Dicha técnica se realiza por medio de la degradación del alimento colocado en las bolsas de nylon y situarlas en el rumen en diferentes horas de incubación, de esa manera obteniendo información del rango de fermentación, midiéndose la pérdida de material vegetal en un tiempo determinado. (Espinoza *et al.*, 2017).

La manera de en la que se logró, obtener resultados deseados fue colocando la séptima bolsita en la hora cero (0) sin incubar en el rumen, lavándola de la misma manera que las demás bolsas. Durante el proceso los animales fueron alimentados con pasto saboya al libre pastoreo y se controló por medio de los medios veterinarios de la UTEQ, consignando la seguridad de estos y evitando maltrato y sufrimiento animal. Luego de 3 días de incubación se retiraron las bolsitas del rumen del toro y se lavó con agua destilada hasta que estén totalmente limpias, se dejó eliminar el exceso de agua y continuamente se colocaron por dos (2) días en la estufa de aire caliente y fueron secadas a 65°C. el residuo que se obtuvo de la degradación ruminal se calculó la pérdida de alimento, el contenido de materia seca (MS) y la materia orgánica (MO).

Donde, p es el porcentaje de MS que desaparece en el tiempo t ; a la fracción soluble (%) por lavado de las bolsas a la hora 0; b la fracción insoluble (%) pero potencialmente degradable, y c la tasa de degradación de $b^{(h-1)}$. La degradabilidad efectiva (DEMS) se calculó para tres tasas de paso ruminal (k): 0,02; 0,05 y 0,08^{h-1}, de acuerdo con la ecuación:

$DEMS = a + [(b \times c)/(c+k)]$. Donde a ; b ; c y k se han descrito anteriormente. Los parámetros de la cinética de degradación calcularon con el modo de resolución GRG NONLINEAR de la función SOLVER de Microsoft EXCEL®. Los datos de la degradabilidad y cinética de ruminal se analizaron con el procedimiento GLM,

utilizando el tratamiento como efecto fijo, y las medias de mínimos cuadrados se compararon con el test de Tukey. Los datos de estabilidad aeróbica se analizaron con el procedimiento GLM, utilizando el tiempo y el tratamiento como efectos fijos. Cuando el efecto estudiado fue el tiempo, la tendencia lineal se investigó mediante contrastes polinómicos ortogonales. Adicionalmente, se realizó el test de (Dunnet 1980), utilizando como referencia el valor a 0 h, cuando el efecto lineal fue significativo. La comparación de las medias de mínimos cuadrados cuando el efecto estudiado fue el tratamiento se realizó con el test de Tukey. La significación estadística se declaró a ($P < 0,05$).

La dieta base experimental que se utilizó en la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* es una mezcla de ensilaje de maíz forrajero y residuo de banano en estado verde, en la que se aplicó diferentes porcentajes de dichos materiales y en la que se incorporó pasta de soya, polvillo de cono y sales minerales, los cuales se detallan en el tabla 1.

Tabla 1. Dietas experimentales de la degradabilidad y cinética ruminal *in situ* con base de ensilaje de maíz forrajero y cascara de banano verde en diferentes proporciones en una dieta base.

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5
Ensilaje de maíz forrajero (%)	50	45	40	35	30
Residuo de banano verde (%)		5	10	15	20
Polvillo (%)	27	27	27	27	27
Pasta de soya (%)	20	20	20	20	20
Sales minerales (%)	3	3	3	3	3
TOTAL %	100	100	100	100	100

Fuente: Planta de balanceados UTEQ

Resultados y discusión

Degradabilidad ruminal *in situ* de MS de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

La degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) de una dieta con ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) al 50, 45, 40, 35 y 30% respectivamente y con inclusión de residuo de banano (*Musa paradisiaca*) al 0, 5, 10, 15 y 20% proporcionalmente se presentan en el Cuadro 2, mostró igual comportamiento a la 0 horas ($p > 0.05$), empero, desde las 3 hasta las 72 horas de incubación ruminal fue significativo ($p < 0.05$), prevaleciendo el T5 a base de 30% de ensilaje de maíz forrajero y 20% de residuo de banano verde, obteniendo incremento significativos en los 7 tiempos de degradación ruminal, seguido por el T4 (62,25%), T3 (61%), T2 (58,77%) y T1 (57,29%). Estas estimaciones obtenidas en el T5 indican que los nutrientes de estos son utilizados de forma inmediata por el microbiota ruminal (29,30).

Al analizar los valores de degradabilidad, se aprecia que cuando se incrementa los niveles de residuo de banano verde y se baja la proporción de ensilaje de maíz, aumenta la degradabilidad *in situ* de la materia seca, pues, a mayor cantidad de residuo de banano verde mayor degradabilidad ruminal, puede deberse a la presencia de carbohidratos solubles aportados por los residuos de plátano en las dietas y, por tanto, menor

cantidad de paredes celulares, que limiten la degradabilidad a nivel ruminal. (Sánchez *et al.*, 2019) encontraron repuestas similares en la digestibilidad *in situ* de la materia seca en las dietas con mayor presencia de maíz. En este sentido, el aprovechamiento de los carbohidratos por los microorganismos ruminales está relacionados con el tipo de dieta y el potencial de los rumiantes para sostener niveles apropiados de producción y es un indicativo potencial del alimento para proveer nutrientes a la flora ruminal (Cecconello *et al.*, 2003)

Es así como (Barrera *et al.* 2019) indica que el sistema digestivo de los rumiantes que son alimentados con residuos de banano y ensilaje de maíz presentaron la mayor degradabilidad 49% a las 72 horas, cuando estudiaron la degradabilidad ruminal *in vitro* de ensilajes de pasto saboya (*Panicum maximum jacq.*) con diferentes niveles de inclusión de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis sims.*), que resultaron inferiores a los reportados en este trabajo de investigación. Sin embargo, López *et al.* 2016 reporta en su investigación de composición y digestibilidad *in situ* de cáscara de banano y maíz colonizados con hongos indicó que la degradabilidad del banano es factible hasta el 20% y que en bajas cantidades la cantidad de materia seca es óptima para la alimentación de bovinos en el proceso de engorde. Por otro lado, reportes de Vera *et al.* (2020) indican que al evaluar la valoración nutricional de los residuos orgánicos de banano en el cantón La Troncal, presentó la máxima degradación ruminal a las 96 horas con 58,73% (Cavendish) y 58,51% (orito), siendo una buena alternativa alimenticia ligada a la sobre disposición de los desperdicios sobre el medio ambiente, reduciendo costos de producción de alimento para este tipo de semoviente rumiante

Tabla 2. Degradabilidad ruminal in situ de MS de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

Tiempo de incubación (Horas)	T1	T2 Dieta	T3 Dieta	T4 Dieta	T5 Dieta				
					30% ensilaje maíz				
	Dieta	45% ensilaje maíz	40% ensilaje maíz	35% ensilaje maíz	20% RB	EEM	CV	P<	
	50% ensilaje maíz	5% RB	10% RB	15% RB					
	0% RB								
0	30,73 a	30,26 a	33,47 a	34,60 a	30,08 a	1.41	8.89	0.1393	
3	31,65 b	33,73 ab	34,58 ab	36,69 a	36,42 a	0.98	5.65	0.0191	
6	34,35 b	37,10 ab	37,31 ab	38,34 ab	41,93 a	1.52	8.06	0.0415	
12	43,65 b	43,15 b	43,17 b	49,04 ab	51,95 a	1.49	6.46	0.0030	
24	49,50 d	50,01 cd	53,44 bc	54,46 b	59,92 a	0.78	2.91	0.0001	
48	55,14 c	56,46 c	57,88 bc	59,73 ab	62,38 a	0.71	2.45	0.0001	
72	57,29 d	58,77 cd	61,00 bc	62,25 ab	64,44 a	0.56	1.84	0.0001	

RB: residuo de banano; EEM: error estándar de la Media; CV: Coeficiente de Variación; P< Probabilidad Promedio en cada fila con superíndice de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p>0,05$).

Indicadores de la cinética ruminal in situ de MS de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa. paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

La cinética ruminal de la materia seca a base de ensilaje de maíz con niveles de inclusión de residuo de banano verde en una dieta base se presentan en el Cuadro 3, no presentaron significancia para la fracción soluble (a), obteniendo el mismo comportamiento en todos los tratamientos, posibilitando la rápida desaparición de la fracción potencialmente degradable (a+b) en los T3, T4 y T5 (63.94 63.46, y 63.89% respectivamente) fueron superiores ($p<0.05$) superiores al T1 (58.82%), lo que demuestra la existencia de contenidos altamente fermentables con actividad degradativa por los microorganismos ruminales. Empero, el valor de la fracción insoluble, pero potencialmente degradable (b) de la MS en el rumen contribuyó con la mitad de la fracción a+b para todos los tratamientos, con comportamientos similares. Se observó que la fracción “b” como “a+b” pierden resistencia al ataque microbiano del alimento en el rumen, pasando a ser digerido posteriormente al intestino. Los valores reportados en este trabajo de investigación son similares a los reportados por otros autores (Espinoza *et al.*, 2016; Montenegro *et al.*, 2018) quienes encontraron valores de degradabilidad potencial entre 52.99 y 59,99%, cuando estudiaron la cinética de degradación ruminal de ensilado de pasto saboya y residuos de frutas tropicales.

Tabla 3. Indicadores de la cinética ruminal in situ de MS de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa. paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

Tasa de pasaje	T1 ensilaje de maíz 50% RB 0%	T2 ensilaje de maíz 45% RB 5%	T3 ensilaje de maíz 40% RB 10%	T4 ensilaje de maíz 35% RB 15%	T5 ensilaje de maíz 30% RB 20%	EEM	CV	P
A	28,8 a	28,75 a	31,49 a	32,32 a	29,67 a	1.50	9.93	<0.3722
B	30,02 a	31,08 a	32,46 a	31,14 a	34,3 a	1.66	10.38	<0.4806
C	0,05 b	0,05 b	0,04 b	0,05 b	0,08 a	0.01	23.31	<0.0060
a+b	58,82 b	60,55 ab	63,94 a	63,46 a	63,89 a	0.89	2.86	<0.0039
DE								
k0.02	49,57 d	51,14 cd	53,26 bc	54,72 b	57,23 a	0.51	1.93	<0.0001
k0.05	43,18 c	44,3 c	46,11 bc	48,2 ab	51 a	0.69	2.95	<0.0001
k0.08	39,84 c	40,67 c	42,5 bc	44,65 ab	47,09 a	0.75	3.5	<0.0001

A: degradación de la fracción soluble (%). B: Fracción insoluble pero potencialmente degradable (%). C: Tasa de degradación en % por hora. A+B: Potencial de degradación ruminal. DE: Degradación efectiva. K tasa de pasaje al 0,02; 0,05 y 0,08.

Degradabilidad ruminal in situ de la materia orgánica (MO) de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

Los resultados del Cuadro 4, indican que a las 0, 3, 6 y 72 horas no presentan diferencias ($p>0.05$), manteniendo un comportamiento homogéneo en todos los tratamientos, caso contrario ($p<0.05$) sucede a las 12, 24 y 48 horas de incubación se muestra que la MO consumida induce a una mayor degradación a estas horas la tendencia de degradación ruminal de desaparición de los materiales evaluados. Cabe indicar, que los contenidos en los componentes de la pared celular no imposibilitaron que las bacterias y los demás

microorganismos de la flora ruminal realicen una eficiente digestión de estos elementos (Caicedo et al., 2020). Por otra parte, investigaciones indican excelentes resultados en monogástricos, pues, la inclusión con 20 y 40% de harina de banano orito verde en la dieta de cerdos en crecimiento mejoró los coeficientes de digestibilidad de la MO, PB, EE, ELN y no afectó la digestibilidad de la EB en relación con la dieta control (Naranjo et al., 2009).

Tabla 4. Degradabilidad *in situ* de la materia orgánica (MO) de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

Tiempo de incubación (Horas)	T1 Dieta 50% ensilaje maíz 0% RB	T2 Dieta 45% ensilaje maíz 5% RB	T3 Dieta 40% ensilaje maíz 10% RB	T4 Dieta 35% ensilaje maíz 15% RB	T5 Dieta 30% ensilaje maíz 20% RB	EEM	CV (%)	P<
0	32,42 a	29,15 a	38,78 a	33,31 a	37,21 a	2,37	13,87	0,0853
3	29,97 a	44,77 a	40,08 a	31,48 a	29,35 a	6,99	39,81	0,4563
6	33,90 a	40,35 a	38,53 a	41,13 a	45,66 a	3,40	17,02	0,2436
12	39,51 b	45,37 ab	50,53 a	46,48 ab	52,69 a	2,42	10,33	0,0200
24	46,31 b	49,94 ab	52,99 ab	61,66 a	57,16 ab	3,21	11,97	0,0405
48	54,90 c	56,10 bc	57,78 bc	60,43 ab	63,03 a	0,94	3,22	0,0003
72	61,17 a	56,72 a	54,77 a	61,08 a	65,01 a	2,35	7,86	0,0641

RB: residuo de banano; EEM: error estándar de la Media; CV: Coeficiente de Variación; P< Probabilidad Promedio en cada fila con superíndice de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p>0,05$).

Indicadores de la cinética ruminal in situ de la MO de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

En la tabla 5, se aprecia que las dietas con ensilaje de maíz forrajero y residuos de banano verde muestra en todos los tratamientos un moderado contenido de materia orgánica (MO), fracción que tiene influencia en la cantidad de sustrato disponible para la fermentación de las bacterias ruminales. En este sentido, la MO fue similar para la fracción soluble (a) fue similar en todos los tratamientos con valores desde un 28,80 a 32,32%, viabilizando la desaparición de la fracción potencialmente degradable (a+b) superior en el T3 (63,94%), T4 (63,46%) y

T5 (63,89%) seguido del T2 (60,55%) demostrando un sustrato fermentable de manera creciente con diferencias de la actividad degradativa por los microorganismos ruminales a las 12 horas. Mientras, la fracción insoluble pero potencialmente degradable (b) de la MO en el rumen (Tabla 8) contribuyó con más de la mitad de la fracción a+b para todos los tratamientos, el mismo comportamiento tuvo el potencial de degradación ruminal “b”, pues, parte del suplemento se infiere que será digerido posteriormente en el intestino.

En cuanto la tasa de pasaje (k 0,02 0,05 0,08) que expresan el tránsito de degradabilidad efectiva, fue superior para los tratamientos con inclusión decreciente de ensilajes de maíz (%) y niveles creciente de cáscara de

maracuyá (%) para los T2, T3, T4 y T5 con valores de (34,60; 34,12; 37,47 y 33,33%, respectivamente), siendo el tratamiento T1 el que presentó los menores valores de tasa de pasaje 0.02, 0.05 y 0.08 (51.08, 42 y 38.56% correspondientemente) y el valor más alto el T5 para las tasas de pasaje 0.02, 0.05 y 0.08 (57.05, 50.9 y 46.48% equitativamente). Al respecto, (Sánchez et al. 2019), al evaluar dietas con harina de maracuyá obtuvo valores menores en cinética de degradación ruminal de MS, para la fracción A (9.55%), B (58.41%), sin embargo, fue superior la tasa de degradación (c) (6.13%), esto pudiera deberse por el contenido de materia prima en la dieta. Espinoza et al., 2022 reportaron valores inferiores para las fracciones A 11,69, C 0.02, A+B 57.08 y las tasas de pasaje k0.02 33.33, k0.05 27.17% y k0.08 20.47%, cuando estudiaron la composición química y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto Elefante con inclusión de cáscara de maracuyá.

Tabla 5. Indicadores de la cinética ruminal in situ de la MO de una mezcla de ensilaje de maíz forrajero (*Zea mays*) y residuos de banano verde (*Musa paradisiaca*) en diferentes proporciones en una dieta base.

Tasa de pasaje	T1 ensilaje de maíz 50% RB 0%	T2 ensilaje de maíz 45% RB 5%	T3 ensilaje de maíz 40% RB 10%	T4 ensilaje de maíz 35% RB 15%	T5 ensilaje de maíz 30% RB 20%	EE	CV	P
A	30,3 a	28,23 a	35,59 a	29,36 a	31,33 a	2.01	12.99	0.1621
B	55,37 a	28,39 ab	24,35 b	34,17 ab	33,55 ab	6.05	34,39	0,029
C	0,02 a	0,06 a	0,05 a	0,06 a	0,07 a	0,71	31,53	0,4335
A+B	85,66 a	56,62 a	59,94 a	63,54 a	64,88 a	7,11	21,5	0,0924
DE								
k0.02	51,08 b	51,4 ab	51,93 ab	55,01 ab	57,05 a	1,3	4,87	0,026
k0.05	42 b	47,07 ab	46,94 ab	48,1 ab	50,39 a	1,48	6,32	0,0221
k0.08	38,56 a	44,52 a	44,39 a	44,14 a	46,48 a	1,86	8,53	0,0922

abcd Medias con letras diferentes entre filas diferentes ($p < 0.05$). A: degradación de la fracción soluble (%). B: Fracción insoluble pero potencialmente degradable (%). C: Tasa de degradación en % por hora. A+B: Potencial de degradación ruminal. DE: Degradación efectiva. K tasa de pasaje al 0,02; 0,05 y 0,08.

Conclusiones

Pues, las dietas realizadas con ensilaje de maíz forrajero con inclusión ensilaje de residuos de banano verde en diferentes niveles, resulta ser viable para la alimentación de rumiantes con el propósito de engorde. Donde al utilizar el 20% del ensilaje de banano verde en la dieta mostro alta dinámica entre materia seca y materia orgánica. Logrando una degradación de las fracciones solubles a las 12 horas de incubación ruminal. La inclusión ensilaje de residuo de banano verde en la dieta donde el ensilaje de maíz forrajero fue el ingrediente principal beneficio la degradabilidad in situ de la materia seca con el 20%.

Agradecimiento

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por su financiamiento a través Fondo Competitivo de Investigación Ciencia y Tecnología Convocatoria 7 (FOCICYT) en el Proyecto titulado: Uso de ensilajes de maíz forrajero y residuos agrícolas en la alimentación de ovinos tropicales en pastoreo

Referencias

- Acosta, Rosa (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. el maiz en cuba. Cultivos Tropicales, 30(2),113-120.[fecha de Consulta 14 de Agosto de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215047017>.
- Caicedo W, Flores A. Características nutritivas de un ensilado líquido de banano orito (Musa acuminata AA) con tubérculos de taro (Colocasia esculenta (L.) Schott) y su efecto en cerdos de posdestete. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 2020; 31(1).
- Cecconello G, Benezra M, Ovispo N. 2003. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. Zootecnia Tropical. 21: p. 149.
- Dunnett, C. (1980). Pairwise Multiple Comparisons in the Homogeneous Variance, Unequal Sample Size Case. Journal of the American Statistical Association, 75(372), 789-795.
- Espinoza, I., C. Pérez, L. Montenegro, A. Sánchez, A. García y A. Martínez, (2016): “Composición química y cinética de degradación ruminal in vitro del ensilado de pasto saboya (*Megathyrus maximus*) con niveles crecientes de inclusion de residuos de maracuyá (*Passiflora edulis Sims*)”. Revista Científica Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Zulia, 26(6), 402-407.
- Espinoza, I., B. Montenegro, J. Rivas, M. Romero, A. García y A. Martínez, (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 Ciencias Veterinarias, Universidad de Zulia, 27(4), 241-248.
- Espinoza, I., Alvarez, G., Barrera, A., Montenegro, L., Sanchez, A., y Romero, D. 2022. Composición química y cinética de degradación ruminal del ensilado de pasto Elefante con inclusión de cáscara de maracuyá. Revista Científica e Innovación, Volumen 10, Numero 1.
- Garcés Molina AM, Berrio Roa L, Ruíz Alzate S, Serna DLeón JGeBAAF. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista Lasallista de Investigación. 2004 Junio 01; 1(1): p. 66-71.
- García L, Duque A, Padilla L, González L. Residuos orgánicos domésticos como sustrato para la producción de hongos *Pleurotus ostreatus*. Rev. Fac. Nal. Agr. 2014; 67(2).

- Lopez, G. y Gomez. F. 2014. Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*). 2014. Revista Universidad Veracruzana, 14(2):22-26.
- Montenegro, L., Espinoza, I., Sanchez, A., Barba, C., García, A., Requena, F. y Martinez, A. 2018. Composición química y cinética de degradación ruminal in vitro del ensilado de pasto saboya (*megathyrsus maximus*) con inclusión de residuos de frutas tropicales. Revista Científica, Facultad de Veterinaria Universidad de Zulia Vol. XXVIII, N° 4, 306 – 312.
- Naranjo J, Cuartas C, Correa H. 2005. Comparación de cuatro modelos matemáticos para la caracterización de la cinética de Degradación ruminal de algunos recursos para rajeros Livestock Research for Rural Development 17 (9) 2005.
- Ørskov EyMI. University Cambridge. [Online].: Cambridge University Press; 1979.
- Sánchez A, Perea J, Montenegro L, Espinoza I, Avellaneda J. Barba, C. 2020. Cinética de degradación ruminal *in situ* de ensilado de rastrojo de maíz (*Zea mays*) con. Archivos de Zootecnia. 69(267).
- Sánchez, A., Torres, E., Espinoza, Í., 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. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14438>
- Torres, Y., Rivas, J., De Pablos-Heredero, C., Perea, J., Toro-Mujica, P., Angón, E., García, A. 2014. Identificación e implementación de paquetes tecnológicos en ganadería vacuna de doble propósito. Caso Manabí-Ecuador Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, vol. 5, núm. 4, pp. 393-407.
- Vera J, Lazo R, Barzallo D, Gavin C. 2020. Caracterización química y degradabilidad in situ de residuos orgánicos como alternativa alimenticia para bovinos. Ecuadorian Science Journal. Oct; 5(4): p. 1-14.