UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECURIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

Evaluación nutricional y cinética de digestión ruminal de hojas y raquis de plátano hartón (musa AAB simmonds)

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE MÉDICO VETERINARIO

AUTOR: Alvaro Eduardo Ruiz Ganchozo

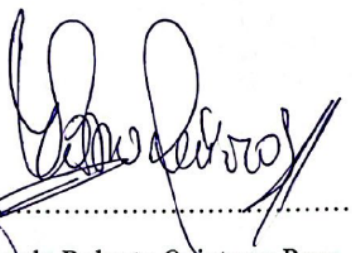
TUTOR **:** Dr. Orlando Quinteros Pozo

CEVALLOS-ECUADOR 2024

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

"Evaluación nutricional y cinética de digestión ruminal de hojas y raquis de plátano Hartón (Musa AAB Simmonds)"

REVISADO POR:



Dr. Orlando Roberto Quinteros Pozo, PhD

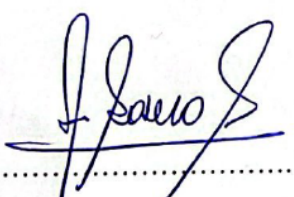
TUTOR

Fecha: 03/08/2024



PRESIDENTE DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

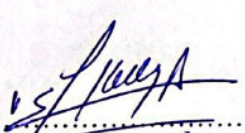
Ing. Oscar Patricio Núñez Torres. PhD



03/08/2024

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Dr. Rosero Peñaherrera Marco Antonio, Mg



08/08/2024

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

Dr. Kelly Alvear Gerardo Enrique, Mg

Scanned with CamScanner

Tropical and Subtropical Agroecosystems
an international multidisciplinary journal

Enero 18, 2024

Estimado Autor Ruiz-Ganchozo Alvaro, su manuscrito titulado "EVALUACIÓN NUTRICIONAL Y CINÉTICA DE DIGESTIÓN RUMINAL DE HOJAS Y RAQUIS DE PLÁTANO HARTÓN (Musa AAB Simmonds)", ha sido ACEPTADO previo a las correcciones expuestas por los revisores en la revista **Tropical and Subtropical Agroecosystems** la cual se encuentra indexada en SCOPUS (Q3).

Atentamente,



Dr. CA Sandoval Castro
Trop. & Subtrop. Agroecosyt.
Editor

Tropical and Subtropical Agroecosystems 27 (2024): Art. No. xxx

Short Note [Nota corta]

ARTICULO ACEPTADO PARA PUBLICACIÓN SALA DE REDACCIÓN

Evaluación nutricional y cinética de digestión ruminal de hojas y raquis de plátano hartón (*Musa AAB Simmonds*)

Nutritional evaluation and rumen digestion kinetics of banana (*Musa AAB Simmonds*) leaves and rachis

Álvaro Ruiz-Ganchozo[1], Orlando Quinteros-Pozo[1], Gary Mesa-Bone[2]*

[1] Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Centro de Investigación en Rumiantes Menores y Camélidos Sudamericanos, CIRMCAS Ecuador

[2] Laboratorio de Ruminologia, Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

Correspondencia para autor; Mesa-Bone (garymezauteq@yahoo.es)

Accepted Article

Resumen

Introducción. la utilización de subproductos de cosecha de musas se convierte en una alternativa viable para la alimentación de rumiantes debido a la disponibilidad durante todo el año, así como, el contenido de nutrientes. **Objetivo**. El objetivo de esta investigación fue evaluar el contenido de nutrientes y la digestión ruminal de las hojas y raquis de plátano. **Resultados.** Los resultados obtenidos muestran que la composición química para MS, MO y PC fue mayor (P=0,0001) en los tratamientos T1, T2 y T3. Con respecto a la FDN y FDA fue mayor (P=0,0001) para los tratamientos T7, T6 y T5). La degradación ruminal de la FDN fue mayor (P=0,0001) en el tratamiento T3 (83,9%). Con respecto a la degradación de la MS fue mayor (P=0,0001) en los tratamientos T1 y T2. Sin embargo, la digestibilidad de la MS y MO fue mayor en los tratamientos T1, T2 y T3. **Implicaciones.** La incorporación de los subproductos de cosecha de las musas son una alternativa sustentable para la nutrición de rumiantes. **Conclusión.** Se puede concluir que la incorporación de hasta un 15% de hojas y raquis en la dieta de rumiantes puede beneficiar y mejorar la digestibilidad y degradación de la los nutrientes.

Abstract

Introduction. The use of muse harvest byproducts becomes a viable alternative for feeding ruminants due to year-round availability, as well as nutrient content. **Objective**. The objective of this research was to evaluate the nutrient content and rumen digestion of banana leaves and rachis. **Results.** The results obtained show that the chemical composition for MS, MO and PC was higher (P=0.0001) in treatments T1, T2 and T3. Regarding NDF and ADF, it was higher (P=0.0001) for treatments T7, T6 and T5). Ruminal degradation of NDF was greater (P=0.0001) in the T3 treatment (83.9%). Regarding the degradation of DM, it was greater (P=0.0001) in treatments T1 and T2. However, the digestibility of DM and OM was higher in treatments T1, T2 and T3.

Accepted Article

Implications. The incorporation of muse harvest byproducts is a sustainable alternative for ruminant nutrition. **Conclusion.** It can be concluded that the incorporation of up to 15% of leaves and rachis in the diet of ruminants can benefit and improve the digestibility and degradation of nutrients.

INTRODUCCIÓN

Anualmente el Ecuador mantienen niveles de producción agropecuaria en áreas diversas como: producción ganadera, porcina, aviar, camaronera, producción de maíz, cacao, tomate, papa, cebolla, pastos, etc. Sin embargo, las plantaciones de musáceas constituyen el sector más grande, con 162 236 hectáreas de banano (*musa Cavendish)* y 144 981 hectáreas de plátano *(Musa AAB Simmonds)* mismas que se encuentran distribuidas en las provincias de: Guayas, Los Ríos, El Oro, Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas y Manabí, con un aporte entre el 2% al 4% del PIB nacional y un 35% en el PIB agrícola, por lo tanto, se busca aprovechar la alta cantidad de subproductos de cosecha, mismos que poseen un alto potencial alimenticio en la dieta de los animales de granja (Vaca y Calvache, 2009)

La caracterización de los subproductos del banano permite considerarlos como potenciales generadores de diferentes alternativas de aprovechamiento dentro del sector agroindustrial (García et al., 2018). Además, con el aumento mundial en la demanda de alimentos, especialmente proteína, hay que buscar nuevas alternativas eficientes y sostenibles de alimentación animal; Los rumiantes tienen la capacidad de utilizar eficientemente la fibra, haciendo posible aprovechar subproductos y residuos agrícolas provenientes de cultivos tropicales como es el caso del banano, aporta energía y proteína pudiendo reducir los costos de producción y contribuir a disminuir el impacto ambiental de las actividades agrícolas y ganaderas (Garcia et al., 2015). Garcia, M., et al., (2015) sostiene que la integración entre agricultura y ganadería, se hace más sencilla en las zonas

Accepted Article

tropicales y subtropicales, presentando ventajas de poder utilizar residuos o subproductos de las agroindustrias de producción de banano para la alimentación del ganado a la cadena de producción de carne y leche.

El banano es una fruta de alto valor nutricional lo que lo convierte en un alimento energético con alto potencial para la alimentación animal. Algunas características nutricionales de los bananos son el bajo contenido de materia seca y alta concentración de carbohidratos no estructurales, principalmente en la pulpa. Los residuos como las hojas, vástagos y raquis de esta planta presentan valores de FDN, PB y lignina aptos para la alimentación animal, principalmente como forraje en rumiantes. Sin embargo, la presencia de taninos es el principal factor anti nutricional de estas plantas. El aprovechamiento de estos residuos provenientes de la agroindustria puede traer beneficios a la composición de las dietas, sin embargo, aún son necesarios estudios en poligástricos, monogástricos, análisis económicos, consumo de nutrientes, digestibilidad y comportamiento digestivo para indicar con precisión la eficiencia del uso de este subproducto (Diniz et al., 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La presente investigación se realizó en el laboratorio de ruminologia de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

Muestras de sustratos vegetales

El material vegetal de hojas de plátano se recolecto de una plantación comercial con fines de exportación, establecida hace 5 años en un área de 4 hectáreas, posterior a la cosecha de la racima de plátano se recolecto la totalidad de las hojas y el raquis de cada planta hasta obtener 10 kg de hoja y raquis en base fresca respectivamente. inmediatamente, el

Accepted Article

material vegetal se traslado al laboratorio de ruminologia de la UTEQ para proceder a molerlo en una picadora de forraje con tamaño de partícula de 2 cm, 10 submuestras de cada material vegetal con un peso de 100 g fueron secados en una estufa a 60 C hasta peso constante para estimar la MS y los demás analitos de la composición química en cada sustrato.

Tratamientos

El forraje de hojas de plátano y raquis se integraron a una dieta base conformada por silo de maíz en las siguientes proporciones (tratamientos); T1: 100% silo de maíz, T2: 85% silo de maíz + 15% de hoja de *Musa AAB Simmonds,* T3: 70% silo de maíz + 30% de hoja de *Musa AAB Simmonds*, T4: 100% de hojas de *Musa AAB Simmonds*, T5: 85% silo de maíz + 15% de raquis de *Musa AAB Simmonds*, T6: 70% silo de maíz + 30% de raquis de *Musa AAB Simmonds*, T7: 100% de raquis de *Musa AAB Simmonds*

Análisis químicos

La materia seca (MS) (# 7.007) y ceniza (# 7.009) se determinaron según la AOAC (1990). La fibra detergente neutro (FDA) y fibra detergente ácida (FDN) se determinaron mediante el método 12 y 13 respectivamente, ANKOM2000 analizador de fibra (ANKOM Technology, Macedon, NY, EEUU). La PC se determinó por análisis elemental (N) utilizando un LECO CHN 628 (LECO Corporation)

Degradación y digestibilidad *in vitro*

La digestibilidad y degradación in vitro de la materia seca y materia orgánica, así como, degradación de la MS, FDN se determinó utilizando la técnica de Tilley y Terry (1963), mezclando la saliva de Menke y Steingass (1988) que involucro un periodo de incubación de 96 h con líquido del rumen en un medio buffer. Se siguió el protocolo recomendado por el fabricante para el incubador DaisyII® (ANKOM Technology, Fairport, NY-USA 2010), con bolsas FN° 57, tamaño de poro de 25 µm.

Accepted Article

La desaparición de los nutrientes fue calculada como una proporción del material incubado y residual. Los datos se ajustaron a la ecuación: Y = a + b (1 - e-ct) (Ørskov y McDonald, 1979)

Al final de la incubación, la digestibilidad in vitro (MS y MO) se estimó mediante el filtrado de los residuos y se corrigió con la MS residual de los frascos utilizados como blancos.

Diseño experimental y análisis estadísticos

Se utilizó un diseño completamente al azar con siete tratamientos y seis repeticiones. Todas las variables se sometieron a un análisis de varianza mediante PROC GLM del SAS (2011) y para comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p<0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química

La composición química de la materia seca (MS) mostró diferencias entre tratamientos, obteniendo el mayor (P=0,0001) porcentaje los tratamientos (T1 y T2; 34,1 y 27,8 respectivamente). con respecto a la materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC) la mayor (P=0,0001) proporción mostraron los tratamientos (T1, T2 y T3) con valores que oscilas entre 93 y 90 % y 11 a 9 % respectivamente. la fibra detergente neutro (FDN) fue mayor (P=0,0001) en los tratamientos (T7, T6 y T5) con valores de oscilan entre 57 a 52 %. No obstante, la fibra detergente ácida mostros mayor porcentaje en el tratamiento T7; 38,1 % (Tabla 1).

Degradación y digestibilidad *in vitro*

La degradación ruminal de la FDN fue mayor (P=0,0001) en el tratamiento T3 (83,9%) con respecto a los demás tratamientos. Con respecto a la degradación de la MS fue mayor (P=0,0001) en los tratamientos T1 y T2 con un rango de 48 a 50 % de degradación. Sin

Accepted Article

embargo, la digestibilidad in vitro de la MS y MO fue mayor en los tratamientos T1, T2 y T3 (Tabla 2).

La mayor digestibilidad y degradación de la MS observada en los tratamientos se debe probablemente al aporte de carbohidratos altamente solubles por las hojas de *M. paradisiaca* a la dieta. Esto probablemente facilita el acceso de las enzimas microbianas sobre el sustrato y mejora sustancialmente su aprovechamiento (Yang et al., 2007). No obstante, la excedente cantidad de hojas de *M. paradisiaca* podría ejercer efectos negativos sobre la digestión y degradación del sustrato, debido a los compuestos bioactivos que posee, principalmente taninos condensados, que pueden inhibir el crecimiento microbiano y reducir la actividad microbiologica proteolítica, aminolítica y lipolítica en el rumen (Diniz, 2014). Efecto observado claramente en los tratamientos evaluados en el presente estudio.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones de esta investigación, se puede concluir que la incorporación de hasta un 15% de hojas y raquis en la dieta de rumiantes puede beneficiar y mejorar la digestibilidad y degradación de la los nutrientes. No obstante, se sugiere realizar pruebas *in vivo*, que permitan identificar los efectos digestivos de este tipo de dietas sobre los animales.

Agradecimientos. Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas por las facilidades para realizar esta investigación

Fondos. Los autores no tienen ninguna información financiera o interés no financiero a la divulgación.

Accepted Article

Cumplimiento de estándares éticos. El experimento y los protocolos fueron revisados y aprobados por el Comité Interno de Bioética de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas de la UTEQ.

Declaración de contribución del autor (CRediT). Ruiz-Ganchozo, compilación de datos y experimento, Quinteros-Pozo, supervisión y jefe del proyecto, Mesa-Bone, compilación de datos y tabulación.

Bibliografía

[AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA: AOAC. 684 p.

Diniz, T., Salcedo, T. G., De Oliveira, M. Z., & Viegas, R. (2014). Uso de subproductos del banano en la alimentación animal. Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA, 6(1), 194-212. https://doi.org/10.24188/recia.v6.n1.2014.260

García, J. M. M., Jiménez, J. A. S., García-Alzate, L. S., & Jaramillo-Echeverry, L. M. (2018). Caracterización fisicoquímica de los subproductos cáscara y vástago del plátano Dominico harton. Revista Ion, 31(1), 21-24. https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018003

Garcia, M., Henry, D., Schulmeister, T., Benítez, J., Moreno, M. R., Cuenca, J., & DiLorenzo, N. (2015). Nutrición animal en sistemas tropicales: Uso de residuos agrícolas en la producción animal. Maskana, 6, 75-81. https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/651

Menke, K. H., & Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Animal Research and Development. 28: 5–7

Accepted Article

196 Ørskov E, McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from
197 incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agric Sci 92: 499-503.
198 doi: 10.1017/S0021859600063048
199 Tilley. J.M.A.; Terry. R.A. 1963. A two-stage techniques for the in vitro digestion of
200 forage crops. Journal of the British Grassland Society. 18: 104-111
201
202 Vaca Sotelo, D. A., & Calvache, M. (2009). Evaluación de Varios Niveles de
203 Fertilización en Aplicación Edáfica y en Fertiriego en el Cultivo de Plátano (Musa AAB
204 Simmonds). El Carmen. Manabí. *Eidos*, *1*(1), 49–56.
205 https://doi.org/10.29019/eidos.v0i1.41
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216

Accepted Article

Tabla 1. Composición química (%) de los tratamientos con inclusión de hoja de plátano y raquis (*Musa AAB Simmonds*)

Tratamientos	MS	MO	PC	FDN	FDA
T1	34,1a	93,7a	11,6a	50,1b	22,5c
T2	27,8a	90,2a	9,6ab	48,3b	21,6c
T3	20,4b	90,6a	9,0ab	48,5b	21,1c
T4	14,3c	88,8ab	6,9b	46,8b	17,5cd
T5	23,4b	85,2b	7,9b	52,5ab	28,3b
T6	22,6b	84,9b	6,6b	54,1a	30,1b
T7	9,6c	82,1b	4,2c	57,8a	38,1a
EEM	1,76	2,87	1,07	3,54	1,62
Valor P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

[a-d] Medias dentro de una columna seguida por la misma letra no son significativamente diferentes en P=0.05. MS: materia seca, T1: 100% silo de maíz, T2: 85% silo de maíz + 15% de hoja de *Musa AAB Simmonds,* T3: 70% silo de maíz + 30% de hoja de *Musa AAB Simmonds*, T4: 100% de hojas de *Musa AAB Simmonds*, T5: 85% silo de maíz + 15% de raquis de *Musa AAB Simmonds*, T6: 70% silo de maíz + 30% de raquis de *Musa AAB Simmonds*, T7: 100% de raquis de *Musa AAB Simmonds*. EEM: error estándar de la media

Accepted Article

Tabla 2. Degradación ruminal (%) y digestibilidad *in vitro* (%) de dietas con inclusión de hojas y raquis de plátano (*Musa AAB Simmonds*)

	DRFDN	DRMS	DIVMS	DIVMO
T1	51,3c	48,0a	47,1a	49,6a
T2	54,9c	50,5a	51,4a	56,1a
T3	83,9a	32,7c	47,4a	53,4a
T4	62,2b	45,1ab	38,3c	45,8b
T5	67,2b	41,4b	43,8b	46,3b
T6	65,3b	42,2b	44,3b	45,8b
T7	57,1bc	38,6b	40,5c	42,7c
EEM	2,95	2,28	1,96	2,07
Valor P	0.0001	0.0001	0,0001	0,0001

[a-c] Medias dentro de una columna seguida por la misma letra no son significativamente diferentes en P=0.05. MS: materia seca, T1: 100% silo de maíz, T2: 85% silo de maíz + 15% de hoja de *Musa AAB Simmonds,* T3: 70% silo de maíz + 30% de hoja de *Musa AAB Simmonds*, T4: 100% de hojas de *Musa AAB Simmonds*, T5: 85% silo de maíz + 15% de raquis de *Musa AAB Simmonds*, T6: 70% silo de maíz + 30% de raquis de *Musa AAB Simmonds*, T7: 100% de raquis de *Musa AAB Simmonds*. EEM: error estándar de la media

223

Accepted Article