



Valoración nutricional de los residuos orgánicos de banano en el cantón La Troncal, Ecuador

Nutritional valuation of organic banana wastes La Troncal, Ecuador

José Humberto Vera Rodríguez¹
Sinthya Tatiana Torres Sánchez²
Haidee Azucena Macías Rojas³
Jonnathan Ángel Galarza Cabrera⁴
Liliana Elizabeth Piña Reinoso⁵
Wendy Natalhy Morán Cabrera⁶
Lizbeth Abigail Rivera Vivar⁷
Óscar Mily Cabrera Guaraca⁸

Resumen

Fue evaluada las características nutricionales y de degradabilidad de los residuos orgánicos de banano (*Musa paradisiaca* L.) en el cantón La Troncal- Ecuador, hoja verde, vástago y raquis en las variedades CAVENDISH y ORITO. Se procedió a valorar la composición de las muestras en base seca mediante: Análisis Bromatológico (materia seca, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno); Análisis de Fibra (FDN, FDA y LDA); Análisis de Energía (energía bruta); y degradabilidad in situ en ganado bovino, utilizando animales fistulados a nivel del rumen, de cruce racial Brahman mestizos de 450 Kg \pm 20 Kg de peso vivo. La incubación de las muestras dentro del rumen se dio mediante bolsas de nylon por 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas. Los resultados presentaron valores aceptables para la alimentación de ganado bovinos en cuanto al contenido químico, fibra, energía y degradabilidad de la materia seca. Concluyendo que, los residuos de banano (hoja verde, vástago y raquis) en los materiales genéticos (CAVENDISH y ORITO) pueden ser parte de la dieta de rumiantes, en especial la de bovinos, debido a su contenido nutricional caracterizado y a la degradabilidad in situ de la materia seca de las muestras analizadas.

Palabras clave: Análisis, bananeras, residuos, degradabilidad, nutricional.

Abstract

The nutritional and degradability characteristics of the organic wastes of banana (*Musa paradisiaca* L.) in La Troncal canton, Ecuador, green leaf, stem and rachis of the CAVENDISH and ORITO varieties were

¹ Magíster en Zootecnia. Docente Investigador, Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga, La Troncal – Ecuador. email: humbertorichi@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0003-3027-059X>

² Magister en Gestión Ambiental. Docente Investigador, Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga. La Troncal - Ecuador. email: cinthiatts@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0002-7971-297X>

³ Ingeniera Agrónomo. Docente Investigador, Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga, La Troncal - Ecuador. email: haidee35maciasr@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0003-1163-9881>

⁴ Tecnólogo Agropecuario. Investigador, Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga, La Troncal -Ecuador. email: jonathan97galarza@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-3814-8428>

⁵ Tecnólogo Agropecuario. Investigador, Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga. La Troncal -Ecuador. email: lili.pina2018@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-8543-7820>

⁶ Tecnólogo Agropecuario. Investigador, Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga. La Troncal - Ecuador. email: wendy.moran.14.15@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-1798-3923>

⁷ Tecnólogo Agropecuario. Investigador, Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga. La Troncal - Ecuador. email: lizyrivera@outlook.com <https://orcid.org/0000-0001-7045-628X>

⁸ Tecnólogo Agropecuario. Investigador, Instituto Superior Tecnológico Enrique Noboa Arízaga. La Troncal - Ecuador. email: oscarcabreram3gma il.com <https://orcid.org/0000-0003-3319-2312>

evaluated. The composition of the samples was evaluated on a dry basis by means of: Bromatological analysis (dry matter, crude protein, ash, ethereal extract, crude fiber, nitrogen free extract); Fiber analysis (NDF, FDA and LDA); Energy analysis (gross energy); and in situ degradability in cattle, using animals fistulated at the rumen level, of Brahman crossbred mixed race of 450 kg \pm 20 kg live weight. Samples were incubated in the rumen using nylon bags for 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. The results showed acceptable values for cattle feeding in terms of chemical content, fiber, energy and dry matter degradability. It was concluded that banana wastes (green leaf, stem and rachis) in the genetic materials (CAVENDISH and ORITO) can be part of the ruminant diet, especially that of cattle, due to their characterized nutritional content and the in situ degradability of the dry matter of the samples analyzed.

Key Words: Analysis, banana, waste, degradability, nutritional.

I. Introducción

El cultivo de banano en Ecuador se desarrolla a nivel nacional, donde sólo es utilizado el fruto para su comercialización, mientras que los residuos generados de esta producción carecen de un tratamiento adecuado que reduzca el impacto que genera al ambiente debido a su descomposición. El objetivo de esta investigación consiste en realizar una valorización nutricional de los residuos orgánicos de banano en el cantón La Troncal, Ecuador para su aprovechamiento en la alimentación bovina.

Según la FAOSTAT, (2019) a nivel mundial se encuentra una superficie de 5´158.582 hectáreas destinadas a la producción del cultivo de banano, con una producción de 116´781.658 toneladas anuales; mientras que en Ecuador se registran alrededor de 183.347 hectáreas destinadas a este cultivo con una producción anual de 6´583.477 toneladas.

Las generaciones de residuos en los procesos de producción agrícola son notorias, algunas plantaciones aportan más, otras menos, pero en este caso en específico las bananeras, donde la conducción del proceso productivo genera residuos durante todo el ciclo productivo, derivados en el proceso de mantenimiento y cosecha, destacándose el Raquis, los Vástagos y las Hojas, al realizar los principales aprovechamientos de estos residuos, nos permiten disminuir las cargas contaminantes en estas plantaciones realizando acciones que conducen a la sostenibilidad de estas plantaciones (García Batista, R. M., et al., 2020).

El banano y sus desechos pueden ser aprovechados casi en su totalidad, excepto por las raíces e hijuelos, alrededor de un 30-40% de la producción total de banano se encuentra potencialmente disponible para la alimentación animal como resultado del manejo del cultivo, cosecha o rechazo para la exportación (García, J. M. M., et al., 2018).

La caracterización de los subproductos del banano permite considerarlos como potenciales generadores de diferentes alternativas de aprovechamiento dentro del sector agroindustrial (García, J. M. M., 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 (García, M., et al., 2015).

II. Revisión de literatura

García, M., et al., (2015) sostiene que la integración entre agricultura y ganadería, se hace más sencilla en las zonas 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.

Mosquera Perea, D. E., et al., (2013) manifiesta que las (*Musa paradisiaca* L.) pueden contribuir en la reducción de costos de producción asociados con la alimentación en animales de granja, a la vez que permiten utilizar recursos no convencionales de la región de bajo valor comercial y poco competitivos con la alimentación humana

Considerando la tendencia mundial al incremento poblacional, es de esperar un aumento en la producción de alimentos en áreas tropicales, y en consecuencia, un incremento en la disponibilidad de subproductos y residuos con potencial para uso en alimentación animal. El desarrollo de tecnologías que permitan capturar y utilizar estos residuos en forma eficiente y rentable es un área que debería ser considerada prioritaria en cuanto a la nutrición animal en climas tropicales y subtropicales (García, M., et al., 2015).

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, T., et al., 2014).

III. Materiales y métodos

Este experimento se llevó a cabo en La Troncal, cantón de la Provincia de Cañar-Ecuador, ubicado georeferencialmente a 2°28'22" y 2°30'05" latitud sur, y entre 79°14'14" y 79°31'45" longitud oeste. Posee una extensión de 32,780 hectáreas aproximadamente, con una altitud entre los 24 y 200 metros, presenta una temperatura media de 24.6 °C. (GAD Municipal La Troncal, 2021).

La investigación consistió en recolectar muestras de residuos de banano orgánico (Hojas verdes, Vástagos y Raquis) en las variedades (CAVENDISH y ORITO), para ser analizadas en el laboratorio de bromatología y ruminología, los respectivos pesos fueron tomados en una balanza analítica, posteriormente las muestras fueron deshidratadas a temperatura ambiente y luego mediante una estufa de aire forzado a 65 °C por 48 horas se procedió a determinar el contenido de materia seca presente en sus diferentes fracciones, las muestras fueron sometidas a los siguientes análisis para determinar su contenido nutricional y de degradabilidad:

1. Análisis Bromatológico. Fue determinada la composición química de la materia seca, según lo establecido en las normas de la A.O.A.C., (2016): Materia seca, Proteína cruda, Cenizas, Extracto etéreo, Fibra cruda, Extracto libre de nitrógeno.
2. Análisis de Fibra. Siguiendo la metodología descrita por Goering & Van Soest, (1970) se procedió a determinar la: (FND) Fibra Detergente Neutra, (FDA) Fibra Detergente Ácida y (LDA) Lignina Detergente Ácido.
3. Energía Bruta. El contenido de energía bruta fue deducido mediante la ecuación (EB (Mcal/kg MS) = 5.7 x Proteína Bruta + 9.4 x Grasa Bruta + 4.7 x Fibra Bruta + 4.7 x Extracto Libre de Nitrógeno).
4. Degradabilidad in situ. Según lo establecido por Orskov, E., & Mc Donald, I., (1979), las muestras en base seca fueron llenadas dentro de bolsas de nylon, posteriormente incubadas durante los tiempos: 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas dentro del rumen de bovinos fistulados, de genética mestizos Brahman de 450 Kg ± 20 Kg de peso vivo.

La estimación de los diferentes cálculos y parámetros de la cinética de degradabilidad ruminal in situ se realizó mediante la función SOLVER del programa Excel de Microsoft Office 2016.

IV. Resultados y discusión

En la Tabla 1, se observan los resultados obtenidos del análisis bromatológico, análisis de fibra y análisis de energía de la materia seca de las muestras de residuos orgánicos de banano (Hoja verde, vástago, raquis) en las variedades (Cavendish y Orito):

Tabla 1. Análisis de la materia seca (MS) de los residuos de banano.

ANÁLISIS	VALOR	VARIETADES DE BANANO						
		CAVENDISH			ORITO			
		Hoja	Vástago	Raquis	Hoja	Vástago	Raquis	
BROMATOLÓGICO								
Proteína Cruda	(%)	7,62	4,38	4,52		11,25	3,13	3,82
Extracto etereo	(%)	5,01	3,96	3,92		2,92	4,83	3,30
Ceniza	(%)	11,14	16,15	17,65		12,18	12,85	18,98
Fibra cruda	(%)	32,01	25,21	20,65		32,22	20,19	30,56
E. L. N.	(%)	44,22	50,30	53,26		40,43	59,00	43,34
Materia Seca Total	(%)	13,79	3,30	7,07		14,49	3,93	7,44
FIBRA								
FDN	(%)	45,34	39,04	54,46		42,19	36,07	51,03
FDA	(%)	18,28	35,16	36,01		17,64	30,98	31,72
LDA	(%)	8,14	6,81	11,39		7,08	5,79	10,19
ENERGÍA BRUTA								
Energía Bruta	(Mcal/Kg)	4,49	4,17	4,60		4,47	4,35	4,00

Residuos de banano variedad Cavendish

- La hoja verde presentó un contenido de 7,62% de proteína bruta, 5,01% de extracto etéreo, 11,14% de cenizas, 32,01% de fibra cruda, 44,22% de extracto libre de nitrógeno, 13,79% de materia seca, 45,34% de FDN, 18,28% de FDA, 8,14% de LDA y 4,49 Mcal/Kg de energía bruta.
- El vástago resultó con 4,38% de proteína bruta, 3,96% de extracto etéreo, 16,15% de cenizas, 25,21% de fibra cruda, 50,30% de extracto libre de nitrógeno, 3,30% de materia seca, 39,04% de FDN, 35,16% de FDA, 6,81% de LDA y 4,17% Mcal/Kg de energía bruta.
- El raquis de banano mostró 4,52% de proteína cruda, 3,92% de extracto etéreo, 17,65% de cenizas, 20,65% de fibra, 53,26% de extracto libre de nitrógeno, 7,07% de materia seca, 54,46% de FDN, 36,01% de FDA, 11,39% de LDA y 4,60 Mcal/Kg de energía bruta.

Residuos de banano variedad Orito.

- La hoja verde resultó con un contenido de 11,25% de proteína bruta, 2,92% de extracto etéreo, 12,18% de cenizas, 32,22% de fibra cruda, 40,43% de extracto libre de nitrógeno, 14,49% de materia seca, 42,19% de FDN, 17,64% de FDA, 7,08% de LDA y 4,47 Mcal/Kg de energía bruta.

- b) El vástago presentó 3,13% de proteína bruta, 4,83% de extracto etéreo, 12,85% de cenizas, 20,19% de fibra cruda, 59,00% de extracto libre de nitrógeno, 3,93% de materia seca, 36,07% de FDN, 30,98% de FDA, 5,79% de LDA y 4,35% Mcal/Kg de energía bruta.
- c) El raquis de banano mostró 3,82% de proteína cruda, 3,30% de extracto etéreo, 18,98% de cenizas, 30,56% de fibra cruda, 43,34% de extracto libre de nitrógeno, 7,44% de materia seca, 51,03% de FDN, 31,72% de FDA, 10,19% de LDA y 4,00 Mcal/Kg de energía bruta.

La caracterización realizada a los residuos de banano permite considerarlos como potenciales alimentos alternativos para los animales, y poder aprovecharlos como un tipo de residuos agroindustriales para la alimentación de rumiantes.

Mosquera Perea, D. E., et al., (2013) en su estudio sobre las (*Musa paradisiaca* L.) obtuvo resultados en la materia seca de 9,59% de Proteína Bruta, 12,96% de Cenizas, 5,21% de Extracto Etéreo, 91,26% de Materia Seca, 3636,07 cal/g de Energía Bruta, 46,52% de FDN, 16,60% de FDA, 7,19% de LDA.

Boschini Figueroa, C., et al., (2015) publica la composición química de la hoja fresca de banano (24% de materia seca, 17,3% de proteína cruda, 28,8% de fibra cruda, 6,0% de extracto etéreo, 9,3% de cenizas, 38,6% de ELN y 2,82 Mcal/Kg MS); la composición del vástago (5,1% de materia seca, 2,4% de proteína cruda, 20,5% de fibra cruda, 2,3% de extracto etéreo, 14,3% de cenizas, 60,5% de ELN) el contenido de las

En la Tabla 2, se presenta la degradabilidad in situ de la materia seca de las muestras de residuos orgánicos de banano (Hoja verde, vástago y raquis) en las variedades (Cavendish y Orito):

Tabla 2. Degradabilidad in situ (%) de la Materia Seca (MS) en residuos de Banano.

DEGRADABILIDAD IN SITU (%)	VARIEDADES DE BANANO					
	CAVENDISH			ORITO		
	Hoja	Vástago	Raquis	Hoja	Vástago	Raquis
VARIABLES DEL POTENCIAL DE DEGRADACIÓN						
a (fracción soluble)	18,56	21,24	16,48	18,96	23,46	17,05
b (fracción insoluble potencialmente degradable)	41,28	45,11	36,85	42,76	41,64	33,88
c (fracción indegradable)	40,16	33,64	46,68	38,28	34,90	49,07
Degradabilidad potencial	59,84	66,36	53,32	61,72	65,10	50,93
Kd (tasa de degradabilidad, % hora)	0,055	0,028	0,060	0,042	0,050	0,035
DEGRADABILIDAD EFECTIVA						
Tasa pasaje de 2% hora ⁻¹	48,82	47,63	44,11	47,94	53,28	38,67
Tasa pasaje de 5% hora ⁻¹	40,17	37,51	36,58	38,50	44,38	31,06
Tasa pasaje de 8% hora ⁻¹	35,37	33,00	32,27	33,69	39,57	27,41

Los resultados de la materia seca de las muestras de residuos de banano en estudio mostraron una degradabilidad in situ aceptable a pesar de sus características propias en relación al contenido de fibra y lignina a las 96 horas de incubación. La digestibilidad

Boschini Figueroa, C., et al., (2015) reporta una digestibilidad del 75% de los vástagos y del 65% de las hojas. El nivel de digestibilidad de los desechos determina el aprovechamiento integral de residuos agrícolas y es fundamental para su aplicación práctica en la alimentación animal, además el aprovechamiento de estos residuos contribuye con la solución ambiental al impacto que estos generan (García, J., et al., 2018).

En las siguientes figuras de la 1 a la 6, se pueden observar las curvas de la cinética de degradabilidad *in situ* de la materia seca de las muestras orgánicas de banano (Hoja verde, vástago, raquis) en las variedades (Cavendish y Orito) durante 96 horas de incubación dentro del rumen.

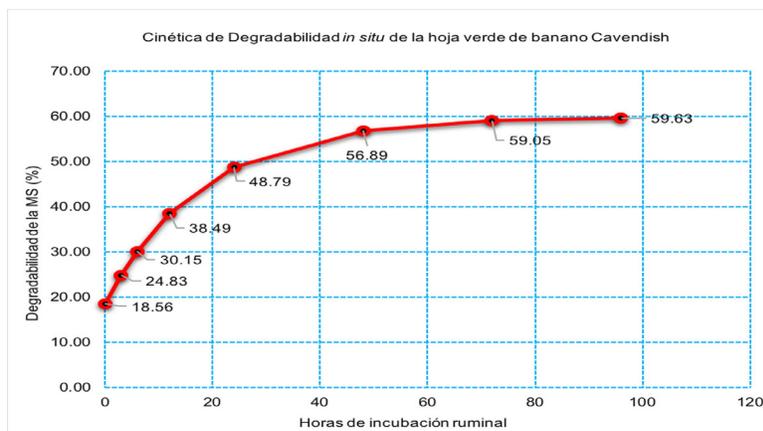


Figura 1. Cinética de Degradabilidad *in situ* de la hoja verde de banano Cavendish.

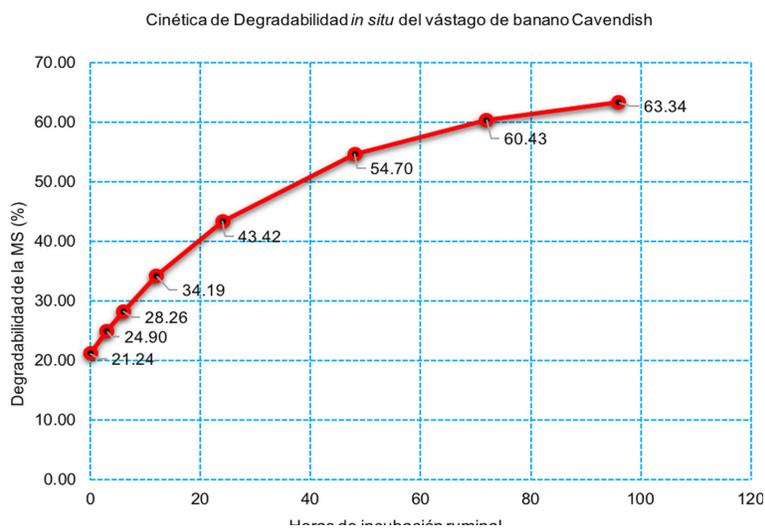


Figura 2. Cinética de Degradabilidad *in situ* del vástago de banano Cavendish.

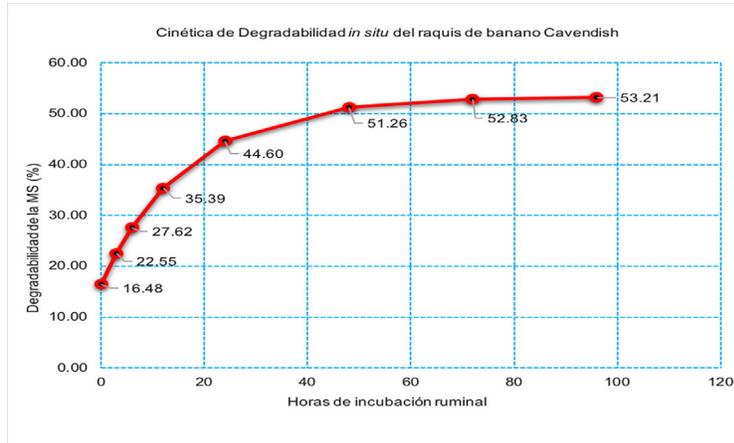


Figura 3. Cinética de Degradabilidad *in situ* del raquis de banano Cavendish.

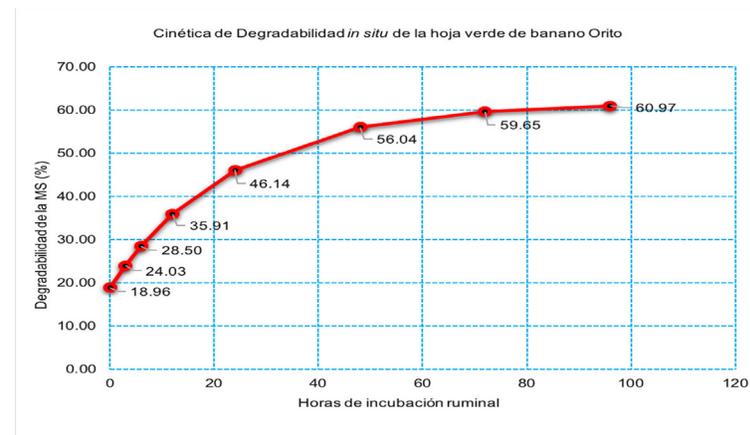


Figura 4. Cinética de Degradabilidad *in situ* de la hoja verde de banano Orito.

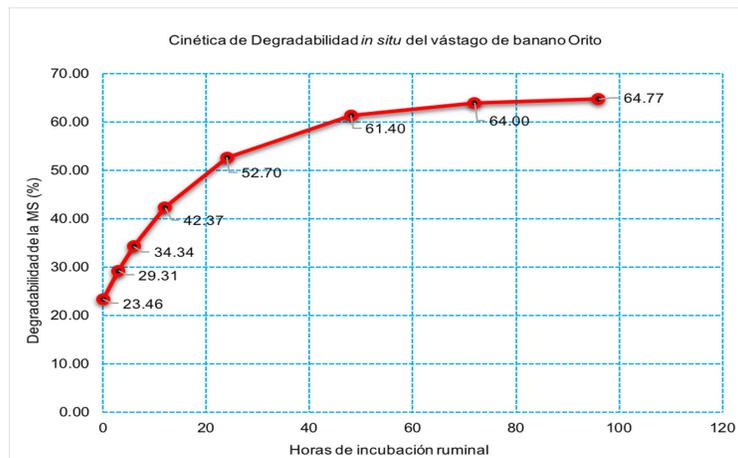


Figura 5. Cinética de Degradabilidad *in situ* del vástago de banano Orito.

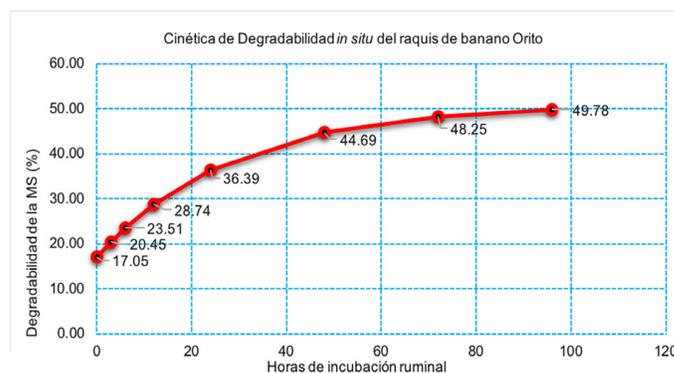


Figura 6. Cinética de Degradabilidad *in situ* del raquis de banano Orito.

Los resultados de la evolución de la cinética de degradación *in situ* de los diferentes residuos de banana analizados fueron similares a las 96 horas de incubación dentro del rumen, mostrando en la variedad Cavendish un potencial de degradabilidad de la materia seca de (hoja verde 59,63%; vástago 63,34%; raquis 53,21%), variedad Orito (hoja verde 60,97%; vástago 60,97%; raquis 49,78 %). Lógicamente estos valores están dados debido al contenido de fibra y lignina presente en el contenido celular de las muestras analizadas.

Esto es particularmente evidente en la nutrición de rumiantes, donde la fermentación pre-gástrica confiere ventajas competitivas en cuanto al uso de subproductos de alto contenido de fibra aprovechable. Este tipo de tecnologías permiten estudiar estos residuos en forma eficiente y rentable, debería ser considerada prioritaria en cuanto a la nutrición animal en climas tropicales y subtropicales (García, M., et al., 2015).

V. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que, los residuos orgánicos de banana (hoja verde, vástago y raquis) en los materiales genéticos (CAVENDISH y ORITO) pueden ser parte de la dieta de rumiantes, en especial la de bovinos, debido a su contenido nutricional caracterizado y a la degradabilidad *in situ* de la materia seca de las muestras analizadas.

VI. Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se recomienda probar estos residuos orgánicos de banana analizados, en la alimentación de bovinos con la finalidad de poder medir parámetros productivos tanto en producción de leche como producción de carne.

VII. Lista de referencia

- A.O.A.C. (2016). Official methods for analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 20th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. Consultado: (24 abril de 2021). <https://www.techstreet.com/products/preview/1937367>
- Boschini Figueroa, C., Russo Andrade, R., & Chacón Hernández, P. A. (2015). El vástago de banana: un banco forrajero para afrontar los cambios climáticos. *Revista Horizonte Lechero*. 2(6), 48-50. <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/75261>
- Diniz, T., Salcedo, T. G., De Oliveira, M. Z., & Viegas, R. (2014). Uso de subproductos del banana en la alimentación animal. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 6(1), 194-212. <https://doi.org/10.24188/recia.v6.n1.2014.260>

- FAOSTAT. (2019). Datos. Producción. Cultivos. Caña de Azúcar. Consultado: (24 abril de 2021). <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- GAD Municipal La Troncal. (2021). Datos generales ciudad La Troncal. Consultado: (24 abril de 2021). <http://www.latroncal.gob.ec/WEB17/VARIOS/CIUDAD.PHP>
- García, 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>
- 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>
- García Batista, R. M., Quevedo Guerrero, J. N., & Socorro Castro, A. R. (2020). Prácticas para el aprovechamiento de residuos sólidos en plantaciones bananeras y resultados de su implementación. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(1), 280-291. <http://ref.scielo.org/cxbhrr>
- Goering, M.K. & P.J. Van Soest. (1970). Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook No. 379*, USDA, Washington DC. <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT87209099/PDF>
- Mosquera Perea, D. E., Martínez Guardia, M., Medina, H. H., & Hinestroza Cordoba, L. I. (2013). Caracterización bromatológica de especies y subproductos vegetales en el trópico húmedo de Colombia. *Acta Agronómica*, 62(4), 326-332. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/34549
- Orskov, E. & Mc Donald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 92, 499-503. <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>