

## **Caracterización química y degradabilidad *in situ* de residuos orgánicos del cantón La Troncal - Ecuador**

**Chemical characterization and *in situ* degradability of organic waste from La Troncal cantón - Ecuador**

**José Vera Rodríguez. Mg.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Estatal de Milagro. Facultad Ciencias e Ingenierías. Carrera de Biotecnología, Milagro – Ecuador. humbertorichi@hotmail.com, Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3027-059X>

**Contacto:** humbertorichi@hotmail.com

### **Resumen**

El objetivo de este trabajo fue realizar una caracterización química y degradabilidad *in situ* de residuos orgánicos para la alimentación de bovinos. Se evaluó la materia seca de los residuos de banano variedad CAVENDISH y ORITO (hoja verde, vástago y raquis), residuos de cacao variedad ARRIBA y CCN-51 (cascara, cascarilla y placenta), residuos de caña de azúcar variedad CC 8592 y ECU-01 (hoja verde, hoja seca y bagazo). Mediante análisis proximal se determinó la materia seca, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno; Análisis de fibras: fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y lignina detergente ácida (LDA); Análisis de energía bruta; Degradabilidad *in situ* y cinética de degradación. Las muestras fueron incubadas dentro del rumen fistulados de bovinos mestizos Brahman con un peso vivo de 450 Kg  $\pm$  20 Kg durante 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas. Los valores del análisis proximal presentan una opción importante sobre los residuos evaluados como alimento para animales gracias al contenido de nutrientes presentes y de energía bruta, sin embargo, el contenido de fibras y lignina podría limitar su consumo, la degradabilidad *in situ* de sus materias secas son considerablemente aceptables en dietas de bovinos, observándose una mediana degradabilidad a través de la cinética de degradación ruminal a las 96 horas. En conclusión, los residuos orgánicos de banano, cacao y caña de azúcar son una buena alternativa alimenticia en bovinos.

**Palabras clave:** *Banano, cacao, caña de azúcar, cinética de degradación, ruminal*

<https://www.itsup.edu.ec/sinapsis>



## **Abstract**

The objective of this work was to carry out a chemical characterization and in situ degradability of organic waste for cattle feed. The dry matter of banana residues of variety CAVENDISH and ORITO (green leaf, stem and rachis), cocoa residues of variety ARRIBA and CCN-51 (peel, husk and placenta), residues of sugar cane variety CC 8592 and ECU-01 were evaluated (green leaf, dry leaf and bagasse). By means of proximal analysis, the dry matter, crude protein, ash, ether extract, crude fiber and nitrogen-free extract were determined; Fiber analysis: neutral detergent fiber (FDN), acid detergent fiber (FDA) and acid detergent lignin (LDA); Gross energy analysis; In situ degradability and degradation kinetics. The samples were incubated within the fistulated rumen of Brahman crossbred cattle with a live weight of  $450 \text{ Kg} \pm 20 \text{ Kg}$  for 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. The values of the proximal analysis present an important option on the residues evaluated as animal feed thanks to the content of nutrients present and gross energy, however, the content of fibers and lignin could limit their consumption, the in situ degradability of their dry matter they are considerably acceptable in bovine diets, observing a medium degradability through the ruminal degradation kinetics at 96 hours. In conclusion, the organic residues of banana, cocoa and sugar cane are a good food alternative in cattle.

**Keywords:** *Banana, cocoa, sugar cane, degradation kinetics, ruminal*

## **Introducción**

El incremento de la población a nivel mundial demanda de alimentos ricos en proteína animal, por tal motivo la producción de ganado bovino está en aumento y hay que optar por nuevas alternativas eficientes y sostenibles de alimentación animal. Por lo anterior, los bovinos al ser animales rumiantes, responden eficientemente al consumo de fibra, lo que hace posible aprovechar subproductos y residuos agrícolas que aporten con nutrientes que podrían disminuir los costos de producción y de esta manera reducir el impacto ambiental de las actividades agrícolas y ganaderas (García, M., et al., 2015).

Según Torres, S. C., & Miranda, J. P. R., (2017) el aprovechamiento de estos residuos orgánicos debe responder a la necesidad y gestión de los mismos, con la finalidad de minimizar impactos ambientales. Existe preocupación para los países en vías de desarrollo, en cuanto al manejo y disposición final de los residuos sólidos orgánicos

generados (Quillos Ruiz, S. A., et al., 2018). Esto ha incrementado las exigencias hacia la agroindustria en temas ambientales, obligándola a producir de una manera sostenible, buscando alternativas para la disposición final de sus residuos generados.

FAOSTAT, (2019) reporta que, a nivel mundial existe una superficie de 5'158.582 hectáreas destinadas al cultivo de banano, 26'777.041 hectáreas de cultivo de caña de azúcar, 12'234.311 hectáreas de cultivo de cacao; esto representa una producción anual de 116'781.658 toneladas de banano, 1.949'310.108 toneladas de caña de azúcar y 5'596.397 toneladas de cacao; Mientras tanto en Ecuador se encuentran registradas 183.347 hectáreas de cultivo de banano, 121.812 hectáreas de cultivo de caña de azúcar y 525.435 hectáreas de cultivo de cacao, con una producción anual de 6'583.477 toneladas de banano, 9'257.700 toneladas de caña de azúcar y 283.680 toneladas de cacao. Esto denota una alta producción de banano, caña de azúcar y cacao en las diferentes regiones de nuestro país donde las industria que procesan los productos agropecuarios, deben encontrar un destino final para los subproductos y sus residuos.

Lagos-Burbano, E., & Castro-Rincón, E. (2019) en su investigación de subproductos de la industria azucarera en la alimentación de ruminantes manifiesta que, los residuos de caña de azúcar son una alternativa dentro de la nutrición animal, donde previo al consumo se debe investigar la degradabilidad de la materia seca que contienen estos subproductos, mediante análisis físicos y químicos. De igual manera Caicedo, W., et al., (2020) considera que la composición química (materia seca, cenizas, proteína bruta, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, energía bruta y fibra bruta) del raquis de banano es un alimento con un buen valor nutritivo que puede ser empleado en la alimentación de bovinos. Siendo así, los residuos de cacao son considerados también, recursos alimenticios alternativos no convencionales para rumiantes, pueden ser conseguidos a un bajo costo, ayudando a disminuir el impacto ambiental gracias a su contenido adecuado de fibra cruda, fibra detergente ácida y neutra con valores superiores entre 25.66 y 56.63% (Yoplac, I. J., et al., 2021). La particularidad en los rumiantes es poseer microorganismos ruminales los cuales le dan la capacidad de poder aprovechar estos nutrientes degradables para el propio animal (Italo, E. G., 2020).

La superficie de labor agrícola en Ecuador está dada mayoritariamente por el cultivo de banano, cacao y caña de azúcar, donde la producción es utilizada para su comercialización

en mercados nacionales y de exportación. Debido a su gran producción, existe una cantidad considerable de residuos generados sin un óptimo tratamiento que mitigue el impacto generado al medio ambiente. Por tanto, el objetivo de esta investigación radica en caracterizar mediante análisis químicos y de degradabilidad *in situ* los residuos orgánicos de la producción de banano, cacao y caña de azúcar en el cantón La Troncal - Ecuador para el aprovechamiento dentro de la dieta de bovinos.

### **Materiales y métodos**

El estudio se llevó a cabo en el cantón La Troncal de la Provincia de Cañar, Ecuador, encontrándose ubicado a 2°28'22" y 2°30'05" latitud sur, y entre 79°14'14" y 79°31'45" longitud oeste. Cuenta con una extensión de 32,780 hectáreas, una altitud de 24 y 200 metros, el sitio presenta una temperatura promedio de 24.6 °C. (GAD Municipal La Troncal, 2021).

Se tomaron muestras de residuos orgánicos de:

- a) Banano (*Musa paradisiaca L.*) variedad CAVENDISH y ORITO (hoja verde, vástago y raquis).
- b) Cacao (*Theobroma cacao L.*) variedad ARRIBA y CCN-51 (cascara, cascarilla y placenta).
- c) Caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) variedad CC 8592 y ECU-01 (hoja verde, hoja seca y bagazo).

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), provincia de Los Ríos, Ecuador, siendo pesadas en una balanza analítica, pre-secadas a temperatura ambiente y posteriormente deshidratadas en una estufa de aire forzado a 65 °C por 48 horas para preceder a realizar los siguientes análisis:

**Caracterización Proximal.** La composición bromatológica se determinó utilizando el método de la A.O.A.C., (2016) para: materia seca, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno.

**Caracterización de Fibra.** El contenido de fibras fue determinado según la metodología descrita por Goering & Van Soest, (1970): fibra detergente neutra (FND), fibra detergente ácida (FDA) y lignina detergente ácida (LDA).

**Caracterización de Energía Bruta.** El contenido de energía bruta fue obtenido a través de una bomba calorimétrica IKA C 2000, siguiendo lo establecido en el método de la A.O.A.C. (2016).

**Degradabilidad *in situ*.** La degradabilidad *in situ* y cinética de degradación de la materia seca se determinó según lo establecido por Orskov, E., & Mc Donald, I., (1979), las muestras en base seca se llenaron en bolsas de nylon e incubadas durante: 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas dentro del rumen de bovinos mestizos Brahman fistulados, con un peso vivo de 450 Kg ± 20 Kg.

Los datos obtenidos fueron calculados mediante la función SOLVER del programa Excel de Microsoft Office 2016.

### Resultados

El resultado de la caracterización de los residuos orgánicos mediante análisis químico, de fibra y contenido de energía bruta de banano, cacao y caña de azúcar se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización de los residuos orgánicos de banano, cacao y caña de azúcar.

Caracterización de variedades de residuos orgánicos en materia seca							
Variables	Valor	Banano		Cacao		Caña de Azúcar	
		CAVENDISH	ORITO	CCN 51	ARRIBA	CC 8592	ECU-01
<b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>							
Proteína Cruda	(%)	5.51	6.07	7.00	8.15	3.25	3.67
Extracto Etéreo	(%)	4.30	3.68	6.89	6.18	1.56	1.67
Ceniza	(%)	14.98	14.67	10.69	9.89	7.07	6.17
Fibra cruda	(%)	25.96	27.66	24.83	25.85	36.54	35.01
Extracto Libre de Nitrógeno	(%)	49.26	47.59	50.58	49.93	51.58	53.48
Materia Seca Total	(%)	8.05	8.62	45.37	48.91	50.91	55.58
<b>ANÁLISIS DE FIBRA</b>							
FDN	(%)	46.28	43.10	41.30	41.45	63.49	65.71
FDA	(%)	29.82	26.78	32.45	32.22	36.12	38.60
LDA	(%)	8.78	7.69	20.42	21.34	5.58	6.94
<b>CONTENIDO DE ENERGÍA BRUTA</b>							
Energía Bruta	(Mcal/Kg)	4.42	4.27	4.59	4.61	4.47	4.53

Los residuos de banano mostraron en promedio un contenido de proteína cruda de 5.79%, extracto etéreo 3.99%, cenizas 14.83%, fibra cruda 26.81%, extracto libre de nitrógeno 48.43%, materia seca total de 8.34%, fibra detergente neutra 44.69%, fibra detergente ácida 28.30%, lignina detergente ácida 8.24% y un contenido de energía bruta de 4.35



(Mcal/Kg). Mientras tanto los residuos de cacao presentaron una media en el contenido de proteína cruda de 7.58%, extracto etéreo 6.58%, cenizas 10.29%, fibra cruda 25.34%, extracto libre de nitrógeno 50.26%, materia seca total de 47.14%, fibra detergente neutra 41.38%, fibra detergente ácida 32.34%, lignina detergente ácida 20.88% y un contenido de energía bruta de 4.60 (Mcal/Kg). Sin embargo, los residuos de caña de azúcar mostraron un contenido de proteína cruda de 3.46%, extracto etéreo 1.62%, cenizas 6.62%, fibra cruda 35.77%, extracto libre de nitrógeno 52.53%, materia seca total de 53.25%, fibra detergente neutra 64.60%, fibra detergente ácida 37.36%, lignina detergente ácida 6.26% y 4.50 (Mcal/Kg) de energía bruta.

La degradabilidad *in situ* de la materia seca de los residuos orgánicos de las variedades de banano, cacao y caña de azúcar se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Degradabilidad *in situ* de la materia seca de los residuos orgánicos.

Degradabilidad <i>in situ</i> (%) de la materia seca de residuos orgánicos						
Tiempo de incubación ruminal	Banano		Cacao		Caña de Azúcar	
	CAVENDISH	ORITO	CCN 51	ARRIBA	CC 8592	ECU-01
0	18.76	19.82	17.71	16.89	20.77	19.45
3	24.09	24.60	22.49	21.87	26.44	25.62
6	28.68	28.78	26.63	26.03	31.35	30.86
12	36.02	35.67	33.28	32.44	39.25	39.11
24	45.60	45.08	41.97	40.38	49.64	49.44
48	54.28	54.04	49.62	47.28	58.96	57.86
72	57.44	57.30	52.10	49.77	62.12	60.30
96	58.73	58.51	52.93	50.74	63.24	61.03
<b>Variables del potencial de degradación</b>						
Fracción soluble	18.76	19.82	17.71	16.89	20.77	19.45
Fracción insoluble pero potencialmente degradable	41.08	39.43	35.66	34.52	43.15	41.90
Fracción indegradable	40.16	40.75	46.63	48.59	36.07	38.65
Degradabilidad potencial	59.84	59.25	53.37	51.41	63.93	61.35
Kd (tasa de degradabilidad, % hora)	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05
Degradabilidad efectiva, tasa pasaje de 2% hora <sup>-1</sup>	46.85	46.63	42.78	41.11	50.81	49.77
Degradabilidad efectiva, tasa pasaje de 5% hora <sup>-1</sup>	38.09	37.98	35.10	33.87	41.50	40.93
Degradabilidad efectiva, tasa pasaje de 8% hora <sup>-1</sup>	33.55	33.56	31.03	30.05	36.62	36.09

De forma general los resultados de degradabilidad *in situ* de la materia seca muestran una aceptable degradación como alimento en bovinos, ya que la fracción soluble de materia seca presenta un valor inicial en promedio de degradabilidad del (19.29% en residuos de banano, 17.30% en residuos de cacao y 20.11% en residuos de caña de azúcar),

incrementándose a las 96 horas a (58.62% en residuos de banano, 51.84% en residuos de cacao y 62.14% en residuos de caña de azúcar) según como se observa la cinética de degradación en la Figura 1.

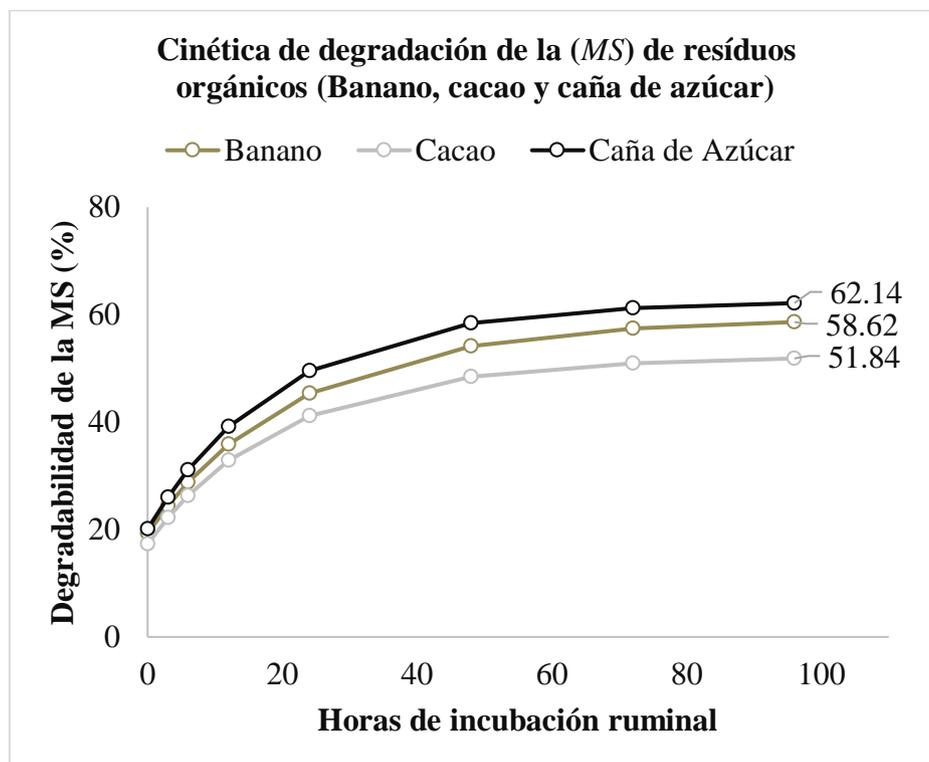


Figura 1. Cinética de degradación de la materia seca de los residuos orgánicos.

En esta figura se observa una tendencia de aumento en la cinética de degradación ruminal hasta la hora 72 aproximadamente en todos las variedades de residuos analizados y un descenso aparentemente constante hasta las 96 horas.

### Discusión

Los resultados obtenidos en los residuos de banano, cacao y caña de azúcar coinciden con los reportados por (Vera-Rodríguez, J. H., et al., 2021; Rodríguez, J. H. V., et al., 2021; Yoplac, I. J., et al., 2021). Los valores reportados por Ribeiro, A., et al., (2007) indican que las *Musa spp.* presentan valores de materia seca del 91.01%, extracto etéreo 2.55%, proteína bruta 17.20%, FDN 66.37%, FDA 37.85%, alcanzando una degradación de la materia seca a las 96 horas de incubación del 36.54%. El banano posee un excelente contenido de nutrientes, tiene un potencial aporte de energía para la alimentación de animales, sus hojas contienen valores de FDN, proteína cruda y lignina idóneos para la alimentación de bovinos, siendo considerado los residuos de bananeras una buena fuente

forrajera para los rumiantes (Diniz, T. T., et al., 2014). Los residuos generados en la producción bananera presentan un alto potencial de aprovechamiento gracias a su variada composición química, misma que puede ser aprovechada como alimentos para animales.

Abarca, D., et al., (2010) estudió la composición de los residuos de cacao de la variedad Nacional, encontrando como resultado un contenido de proteína del 4.5% en la cáscara y 17.10% en la cascarilla, grasa 2.50% en la cáscara y 2.18% en la cascarilla, cenizas 9.01% en la cáscara y 7.93% en la cascarilla, fibra cruda 33.78% en la cáscara y 21.41% en la cascarilla, extracto libre de nitrógeno 43.68% en la cáscara y 44.07% en la cascarilla. Producto que aporta unas excelentes fuentes de fibra ideal para la alimentación de rumiantes.

Así también, Aguirre, J., et al., (2010) demostraron que los residuos de la caña de azúcar poseen un contenido de proteína cruda, FDA y lignina similar con (3.64%, 33.86% y 6.29%), mientras que el FDN es menor con 48.71%. La digestibilidad de la caña de azúcar dependerá de la proporción en los componentes de la pared celular, celulosa, hemicelulosa según el estudio realizado por Aranda, E. M., et al., (2004). Según Contreras, J. L., et al., (2019), la incubación de muestras de residuos dentro del rumen hasta las 96 horas, es suficiente para poder observar los valores máximos de la degradación de la materia seca, proteína cruda y fibra detergente neutra. La técnica de bolsas de nylon para medir la degradabilidad ruminal de muestras de alimentos permite elaborar mejores raciones que ayuden a satisfacer los requerimientos nutricionales de los microorganismos ruminales para que los animales puedan incrementar sus rendimientos productivos y reproductivos.

Por lo que se considera que la composición química, de fibra y degradabilidad de los residuos podría variar de acuerdo al estado de maduración de los productos durante la cosecha, al contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina contenida estructuralmente en cada vegetal y a factores externos como la nutrición de los suelos.

### **Conclusiones**

En conclusión, los residuos orgánicos de banano, cacao y caña de azúcar son una buena alternativa alimenticia en bovinos.

Debido a su considerable volumen disponible a consecuencia de la fuerte explotación de estos cultivos en Ecuador, es de suma importancia profundizar estudios sobre un

adecuado método de su conservación y procesamiento para la nutrición de animales en especial de rumiantes.

### **Bibliografía**

Abarca, D., Martínez, R., Muñoz, J. J., Torres, M. P., & Vargas, G. (2010). Residuos de café, cacao y cladodio de tuna: Fuentes promisorias de fibra dietaria. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 23(2), 63-69.

<http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/57>

Aguirre, J., Magaña, R., Martínez, S., Gómez, A., Ramírez, J. C., Barajas, R., ... & García, D. E. (2010). Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos. *Zootecnia tropical*, 28(4), 489-498. [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692010000400005&script=sci_arttext&tlng=en)

[72692010000400005&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692010000400005&script=sci_arttext&tlng=en)

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. Disponible en: <https://www.techstreet.com/products/preview/1937367>

Aranda, E. M., Ruiz, P., Mendoza, G. D., Marcoff, C. F., Ramos, J. A., & Elías, A. (2004). Cambios en la digestión de tres variedades de caña de azúcar y sus fracciones de fibra. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38(2), 137-144. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017901005>

Caicedo, W., Viáfara, D., Pérez, M., Alves Ferreira, F. N., Rubio, G., Yanza, R., ... & Motta Ferreira, W. (2020). Características químicas del ensilado de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y banano orito (*Musa acuminata* AA) tratado con suero de leche y urea. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(4), 1-9. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i4.19035>

Contreras, J. L., Matos, M. A., Felipe, E., Cordero, A. G., & Ramos Espinoza, Y. (2019). Degradabilidad ruminal de forrajes y residuos de cosecha en bovinos Brown Swiss. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(3), 1117-1128. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i3.16601>

Diniz, T. T., Granja-Salcedo, Y. T., de Oliveira, E. M., & Viegas, C. R. (2014). Byproducts for use in animal feed banana crop. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 6(1), 194-212. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153098529>



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>

Goering, M.K. & P.J. Van Soest. (1970). Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agricultural Handbook No. 379*, USDA, Washington DC. Disponible en: <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT87209099/PDF>

Italo, E. G. (2020). Efecto de inclusión de cáscara de plátano en la degradabilidad in situ de ensilaje de maíz forrajero. *Ingeniería e Innovación*, 8(1). <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rri/article/view/2327>

Lagos-Burbano, E., & Castro-Rincón, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomía Mesoamericana*, 917-934. <https://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/34668>

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. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/s0021859600063048>

Quillos Ruiz, S. A., Escalante Espinoza, N. J., Sánchez Vaca, D. A., Quevedo Novoa, L. G., & De La Cruz Araujo, R. A. (2018). Residuos sólidos domiciliarios: caracterización y estimación energética para la ciudad de Chimbote. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 84(3), 322-335. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2018000300006&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2018000300006&script=sci_arttext&tlng=pt)

Ribeiro, A., Ribeiro, S., Neto, M. G., Antonio, M., & Kleber de Resende, F. C. A. V. (2007). Composição bromatológica e degradabilidade in situ de folhas de árvores frutíferas para alimentação. *Boletim de medicina veterinária*, 3(3), 17-23. <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/bolmedvet/viewarticle.php?id=28&locale=en>



Rodríguez, J. H. V., Sánchez, S. T. T., Rojas, H. A. M., Cabrera, J. Á. G., Reinoso, L. E. P., Cabrera, W. N. M., ... & Guaraca, Ó. M. C. (2021). Valoración nutricional de los residuos orgánicos de banano en el cantón La Troncal, Ecuador. *Revista Universitaria del Caribe*, 26(01), 78-86. <https://www.lamjol.info/index.php/RUC/article/view/11882>

Vera-Rodríguez, J. H., Medranda-Parraga, T. L., Siguencia-Chuya, J. A., Mendieta-Franco, R. A., & Pérez-Guallpa, M. J. (2021). Caracterización nutricional de los residuos orgánicos en la caña de azúcar del cantón La Troncal. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 25(2), 110-119. <http://www.ciencia.gtmo.inf.cu/index.php/http/article/view/1154>

Torres, S. C., & Miranda, J. P. R. (2017). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. *Universidad y Salud*, 19(1), 116-125. <https://doi.org/10.22267/rus.171901.75>

Yoplac, I. J., Goñas, K., Bernal, W., Vásquez, H. V., & Maicelo, J. L. (2021). Caracterización química y digestibilidad in vitro de semillas y subproductos agroindustriales amazónicos con potencial para alimentación animal. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(3), 1-15. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i3.18765>