













Research Article





Composición química y fibrosa de residuos agrícolas (plátano, frejol gandul, maracuyá, lodo de palma) y su potencial como alimento alternativo para el ganado





Chemical and fibrous composition of agricultural waste (banana, pigeon pea, passion fruit, palm sludge) and its potential as an alternative feed for livestock

 Espinoza-Guerra, Italo Fernando ¹
 <https://orcid.org/0000-0002-2975-3087>
 iespinoza@uteq.edu.ec
 Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

 Cedeño-Moreira, Ángel Virgilio ²
 <https://orcid.org/0000-0002-6564-5569>
 acedenom@uteq.edu.ec
 Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

 Muñoz-Rodríguez, Jorge Geovanny ³
 <https://orcid.org/0009-0004-6134-5376>
 jmunoz@uteq.edu.ec
 Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

 Conrado-Palma, Diego Javier ⁴
 <https://orcid.org/0000-0002-1917-0814>
 dconradop@uteq.edu.ec
 Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

 Velásquez-Robles, Shirley Michelle ⁵
 <https://orcid.org/0009-0009-3109-1412>
 shirley.velasquez2016@uteq.edu.ec
 Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.69484/rcz/v5/n2/175>

Resumen: El estudio tuvo como objetivo evaluar la composición química de residuos agroindustriales —cáscara de frejol gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano— para determinar su potencial como materia prima en la alimentación animal. Se aplicó un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, analizando materia seca (MS), materia inorgánica (MI), proteína bruta (PB), grasa bruta (GB), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Los resultados evidenciaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos, reflejando la variabilidad nutricional de los subproductos. La cáscara de frejol gandul presentó el mayor contenido de MS (77,03%), mientras que el lodo de palma destacó por su mayor contenido de MI (13,93%). En cuanto a la PB, los valores más altos se observaron en la cáscara de frejol gandul (13,96%) y el lodo de palma (13,91%). La menor GB se registró en la cáscara de frejol gandul (2,57%). En relación con la fracción fibrosa, la cáscara de plátano y el lodo de palma presentaron los menores valores de FDN, mientras que la cáscara de maracuyá y la de plátano registraron los menores contenidos de FDA. En conclusión, estos residuos constituyen alternativas nutricionales viables, recomendándose estudios de digestibilidad y desempeño productivo para optimizar su uso sostenible.

Palabras clave: Nutriente, fracciones de fibra, bromatología, residuos agroindustriales



Check for updates

Recibido: 28/Ene/2026
Aceptado: 26/Mar/2026
Publicado: 31/May/2026

Cita: Espinoza-Guerra, I. F., Cedeño-Moreira, Ángel V., Muñoz-Rodríguez, J. G., Conrado-Palma, D. J., & Velásquez-Robles, S. M. (2026). Composición química y fibrosa de residuos agrícolas (plátano, frejol gandul, maracuyá, lodo de palma) y su potencial como alimento alternativo para el ganado. *Revista Científica Zambos*, 5(2), 28-38. <https://doi.org/10.69484/rcz/v5/n2/175>

Ecuador, Santo Domingo, La Concordia
Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas – Sede Santo Domingo
Revista Científica Zambos (RCZ)
<https://revistaczambos.utelvtsd.edu.ec>

Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons. Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



Abstract:

The study aimed to evaluate the chemical composition of agro-industrial residues—pigeon pea husk, palm sludge, passion fruit peel, and banana peel—to determine their potential as raw materials in animal feeding. A completely randomized design with five replicates was applied, analyzing dry matter (DM), inorganic matter (IM), crude protein (CP), crude fat (CF), neutral detergent fiber (NDF), and acid detergent fiber (ADF). The results showed significant differences ($P < 0.05$) among treatments, reflecting the nutritional variability of the by-products. Pigeon pea husk presented the highest DM content (77.03%), while palm sludge stood out for its higher IM content (13.93%). Regarding CP, the highest values were observed in pigeon pea husk (13.96%) and palm sludge (13.91%). The lowest CF was recorded in pigeon pea husk (2.57%). In terms of fiber fractions, banana peel and palm sludge showed the lowest NDF values, while passion fruit peel and banana peel presented the lowest ADF contents. In conclusion, these residues represent viable nutritional alternatives, and further studies on digestibility and productive performance are recommended to optimize their sustainable use.

Keywords: Nutrient, fiber fractions, bromatology, agro-industrial residues.

1. Introducción

La sostenibilidad de los sistemas de producción pecuaria enfrenta desafíos crecientes, derivados de la presión por reducir costos, minimizar el impacto ambiental y garantizar la disponibilidad de alimentos para una población mundial en expansión (Mejías-Brizuela et al., 2016). En este contexto, el aprovechamiento de residuos agroindustriales emerge como una estrategia crucial, al transformar subproductos de bajo valor o desecho en recursos nutricionales para la alimentación animal (Espinoza-Guerra et al., 2017). Tradicionalmente, grandes volúmenes de residuos orgánicos generados en la producción y procesamiento de cultivos son subutilizados o eliminados de forma inadecuada, lo que genera problemas ambientales como la contaminación del suelo y el agua, y la emisión de gases de efecto invernadero (Martín, 2009).

La valorización de estos residuos no solo contribuye a mitigar el impacto ambiental de la agroindustria, sino que también representa una oportunidad para reducir los costos de alimentación animal, un componente principal de los gastos de producción pecuaria (Ramírez et al., 2017). Al incorporar residuos agroindustriales en las dietas animales, disminuye la dependencia de fuentes de alimento convencionales, como granos y harinas, que suelen ser más costosas y competir con la alimentación humana (Vargas y Perez, 2018). Además, el uso de residuos agroindustriales puede mejorar la eficiencia productiva de los animales al aportar nutrientes específicos y promover una mejor salud digestiva (Blasco-López y Gómez-Montaña, 2014).

Sin embargo, la composición química y el valor nutricional de los residuos agroindustriales varían considerablemente en función de diversos factores, como la especie vegetal, la variedad, las condiciones de cultivo, el grado de madurez y los procesos de industrialización (Binod et al., 2010). Por lo tanto, es fundamental realizar análisis bromatológicos detallados para determinar la composición nutricional específica de cada tipo de residuo, incluyendo parámetros como la materia seca, la proteína bruta, la fibra, los minerales y la grasa (Rojas-González et al., 2019). Estos análisis permiten evaluar el potencial de uso de cada residuo en dietas animales y diseñar estrategias de suplementación adecuadas para cubrir las necesidades nutricionales de las diferentes especies y categorías animales.

En Ecuador, la actividad agroindustrial genera volúmenes importantes de residuos de cultivos como el plátano (*Musa paradisiaca*), el fréjol gandul (*Cajanus cajan*), el maracuyá (*Passiflora edulis*) y la palma africana (*Elaeis guineensis*). Estos residuos, que incluyen cáscaras, pulpas, hojas, tallos y lodos, representan un desafío ambiental significativo, pero también una oportunidad para fortalecer la sostenibilidad de la producción pecuaria en el país (Cabrera et al., 2016). Investigadores ecuatorianos han reconocido el potencial de estos recursos y han realizado estudios para caracterizar su composición nutricional y evaluar su uso en la alimentación animal.

En este sentido, Espinoza-Guerra et al. (2017) analizaron la composición bromatológica y la degradabilidad ruminal *in situ* de residuos de maracuyá y plátano, y encontraron valores nutricionales prometedores para su uso como suplemento en la alimentación de rumiantes. Asimismo, Montenegro et al. (2018) investigaron la composición química y la cinética de degradación *in vitro* de ensilados de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) con la inclusión de residuos de frutas tropicales, incluido el maracuyá, y demostraron que la adición de estos residuos puede mejorar el valor nutricional del ensilado. Estos estudios pioneros resaltan la necesidad de profundizar en la caracterización de los residuos agroindustriales ecuatorianos y de desarrollar estrategias de aprovechamiento que beneficien tanto al sector agroindustrial como al sector pecuario.

En este contexto, la presente investigación se propuso evaluar la composición química de los residuos agroindustriales de plátano, fréjol gandul, maracuyá y lodo de palma producidos en la región [Nombre de la Región], Ecuador. El objetivo principal fue determinar su potencial como materia prima en la alimentación animal mediante el análisis de parámetros como la materia seca, la proteína bruta, la fibra detergente neutra (FDN), la fibra detergente ácida (FDA) y el contenido de minerales. Los resultados de este estudio contribuirán a generar información valiosa para los productores pecuarios de la región, promover el aprovechamiento sostenible de los recursos agroindustriales y fortalecer la competitividad de la producción pecuaria en Ecuador

2. Metodología

Lo Descripción del área de estudio:

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Bromatología, ubicado en la finca Experimental “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), en la provincia de Los Ríos, Ecuador. Esta finca se encuentra estratégicamente situada en el km 7 de la vía Quevedo – El Empalme, en el recinto San Felipe del cantón Mocache. Las coordenadas geográficas del sitio son 01° 06’ de latitud Sur y 79° 29’ de longitud Oeste, a una altitud de 120 metros sobre el nivel del mar. La zona presenta una temperatura media de 25.8 °C, condiciones óptimas para estudios bromatológicos. El laboratorio de Bromatología de la UTEQ cuenta con el equipamiento necesario para realizar análisis de composición química de alimentos y residuos agroindustriales, lo que permitió llevar a cabo esta investigación con precisión y rigor científico. La ubicación de la finca experimental también facilitó el acceso a los residuos agroindustriales estudiados, provenientes de empresas y mercados locales.

Recolección y Preparación del Material Vegetal:

Se recolectaron residuos agroindustriales de cuatro fuentes: cáscara de frejol gandul (*Cajanus cajan*) de Ecu Vegetales (Babahoyo), lodo de palma (*Elaeis guineensis*) de Quevepalma (Quevedo), cáscara y semillas de maracuyá (*Passiflora edulis*) de Tropifrutas S.A. (Quevedo) y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) del mercado de Quevedo. Se tomaron muestras representativas de 500 g de cada residuo, determinando materia seca (MS), materia orgánica (MO), cenizas, grasa bruta (GB) y proteína bruta (PB) según los métodos de la Association of Official Analytical Chemists (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2019), y fibra detergente neutra (FDN) y ácida (FDA) mediante el procedimiento descrito en el manual del ANKOM 2000 Fiber Analyzer (ANKOM Technology, 2017). Previo al análisis, las muestras se homogeneizaron, se secaron en estufa a 65°C por 48 horas y se molieron en un molino Thomas Willy con criba de 2 mm, almacenándose en fundas de papel rotuladas para su posterior análisis bromatológico.

Diseño experimental:

Se implementó un diseño completamente al azar (DCA) para evaluar la composición química de los residuos agroindustriales. Se definieron cuatro tratamientos, correspondientes a los residuos de cáscara de frejol gandul, lodo de palma, cáscara de maracuyá y cáscara de plátano. Cada tratamiento contó con cinco repeticiones (n=20), asegurando la robustez estadística de los resultados. Este diseño permitió comparar las medias de los tratamientos y determinar si existían diferencias significativas en la composición química de los diferentes residuos. La asignación de las muestras a los tratamientos se realizó de forma aleatoria para minimizar el sesgo experimental.

Composición química:

La caracterización química de los residuos agroindustriales se llevó a cabo en el laboratorio de Bromatología de la UTEQ, utilizando metodologías estandarizadas y reconocidas internacionalmente. Se siguieron rigurosamente los procedimientos descritos en la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2019), garantizando la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos. Previo al inicio de los análisis, se realizó una cuidadosa preparación de las muestras, incluyendo la homogeneización y el secado, para asegurar la representatividad de las submuestras utilizadas y minimizar la variabilidad experimental.

La determinación de la materia seca (MS) se basó en el principio de la termogravimetría, midiendo la pérdida de masa de las muestras al ser sometidas a un proceso de secado en estufa de aire forzado a una temperatura de 105°C hasta alcanzar un peso constante. Este procedimiento permite eliminar la humedad presente en las muestras y expresar los resultados de los demás análisis en base seca, facilitando la comparación entre diferentes materiales y eliminando la influencia del contenido de agua.

La determinación de la materia inorgánica (MI), también conocida como cenizas, se realizó mediante la incineración de las muestras secas en un horno de mufla a una temperatura de 550°C. A esta temperatura, la materia orgánica se volatiliza y se oxida, dejando como residuo únicamente los componentes inorgánicos o minerales. El peso de las cenizas resultante se expresó como porcentaje de la muestra original, proporcionando una estimación del contenido total de minerales presentes en los residuos.

La determinación de la proteína bruta (PB) se basó en el método Kjeldahl, un procedimiento ampliamente utilizado para la cuantificación del nitrógeno total en muestras orgánicas. El método implica la digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado, seguida de la destilación del amoníaco liberado y su posterior titulación con una solución ácida estandarizada. El contenido de nitrógeno total se calculó a partir del volumen de ácido utilizado en la titulación, y se multiplicó por un factor de conversión de 6.25 para estimar el contenido de proteína bruta.

La determinación de la grasa bruta (GB) se realizó mediante la extracción continua de los componentes lipídicos de la muestra con éter de petróleo en un equipo Soxhlet. Este método se basa en la solubilidad de las grasas en disolventes orgánicos, permitiendo su separación del resto de los componentes de la muestra. El disolvente se evaporó posteriormente, y el residuo lipídico se pesó para determinar el porcentaje de GB en la muestra original. Para asegurar la precisión y la confiabilidad de los resultados, todos los análisis se realizaron por duplicado para cada una de las cinco repeticiones de cada tratamiento.

Fracciones de fibra:

La determinación de las fracciones de fibra, específicamente la fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente ácida (FDA), se llevó a cabo utilizando el analizador de fibra ANKOM 2000, siguiendo las recomendaciones del fabricante (ANKOM Technology, 2017). Este sistema permite la extracción secuencial de los componentes de la pared celular vegetal, proporcionando información valiosa sobre la calidad y digestibilidad de los residuos agroindustriales.

El análisis de FDN implica la digestión de la muestra con una solución de detergente neutro a pH 7, que solubiliza los componentes celulares, dejando como residuo la pared celular, compuesta principalmente por hemicelulosa, celulosa y lignina. El residuo de FDN se seca y se pesa, y el resultado se expresa como porcentaje de la muestra original. El contenido de FDN se relaciona con el volumen que ocupa el alimento en el tracto digestivo y, por lo tanto, con la saciedad y el consumo.

Posteriormente, el residuo de FDN se somete a una digestión con una solución de detergente ácido, que solubiliza la hemicelulosa, dejando como residuo la celulosa y la lignina. Este residuo se seca y se pesa, y el resultado se expresa como porcentaje de la muestra original. El contenido de FDA se relaciona con la digestibilidad de la fibra, ya que la lignina es un componente no digestible que limita el acceso de las enzimas digestivas a la celulosa.

Todos los análisis de FDN y FDA se realizaron por duplicado para cada una de las cinco repeticiones de cada tratamiento, siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante del equipo ANKOM 2000, para garantizar la precisión y la reproducibilidad de los resultados.

Análisis estadísticos:

Los datos obtenidos en los análisis químicos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software estadístico InfoStat (2008). Se evaluó el efecto de los tratamientos (tipos de residuos agroindustriales) sobre las variables de composición química (MS, MI, PB, GB, FDN, FDA). Para la comparación de las medias entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Este análisis permitió determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes residuos agroindustriales en cuanto a su composición química.

3. Resultados

Se evaluó la composición química y las fracciones de fibra de residuos agroindustriales (Plátano, Frejol Gandul, Maracuyá, Lodo de Palma) para su potencial como alimento para ganado, encontrándose diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 1). En Materia Seca (MS), la cáscara de frejol gandul mostró el mayor contenido (77.03 %), seguida por el lodo de palma (29.11 %), la cáscara de maracuyá (20.80 %) y la cáscara de plátano (19.21 %). Las diferencias fueron

significativas, agrupando a T1 por encima de los demás y a T3 y T4 como grupos similares entre sí. En Materia Inorgánica (MI) se observó que el lodo de palma presentó el mayor contenido (13.93 %), significativamente superior a la cáscara de frejol gandul (4.00 %), la cáscara de maracuyá (5.56 %) y la cáscara de plátano (8.73 %). Los valores de MI muestran que el lodo de palma podría aportar minerales relevantes, mientras que la cáscara de frejol gandul permanece como la menor fuente de MI.

En Proteína Bruta (PB), la cáscara de frejol gandul (13.96 %) y el lodo de palma (13.91 %) presentaron los mayores contenidos, sin diferencias entre ellos (ambos significativamente superiores a la cáscara de maracuyá (7.13 %) y la de plátano (1.62 %)). Estos resultados destacan el alto valor proteico de las leguminosas y el aporte notable del lodo de palma, potencialmente relacionado con microorganismos y restos celulares presentes. En Grasa Bruta (GB) se observaron diferencias ($P < 0.05$): lodo de palma (10.17 %), cáscara de maracuyá (9.06 %) y cáscara de plátano (9.57 %) superaron significativamente a la cáscara de frejol gandul (2.57 %), sugiriendo mayor aporte energético en palma, maracuyá y plátano.

Para Fibra Detergente Neutra (FDN), la cáscara de frejol gandul fue de mayor valor (63.38 %), con lodo de palma (52.78 %), maracuyá (57.26 %) y plátano (47.80 %) formando grupos intermedios; la cáscara de plátano presentó el menor contenido. En Fibra Detergente Ácida (FDA), frejol gandul (37.16 %) fue mayor que plátano (29.40 %) y lodo de palma (35.66 %) con valores intermedios para maracuyá (32.49 %). Las diferencias entre tratamientos fueron significativas ($P < 0.05$) para todas las variables analizadas, como refleja el Cuadro 1 y las letras de agrupación (abc). Estos resultados señalan la diversidad nutricional entre residuos y la necesidad de seleccionar y procesar según el destino nutricional del ganado.

Tabla 1

Composición química y fracciones de fibra de Residuos Agroindustriales (Plátano, Frejol Gandul, Maracuyá, Lodo de Palma) y su Potencial como Alimento Alternativo para el Ganado.

Tratamientos	Materia seca	Materia inorgánica	Proteína	Grasa	FDN	FDA
T1	77,03 c	4.00 d	13.96 c	2.57a	63.38 c	37.16 b
T2	29,11 b	13.93 a	13.91 c	10.17c	52.78 ab	35.66 b
T3	20,80 a	5.56 c	7.13 b	9.06c	57.26 bc	32.49 ab
T4	19,21 a	8.73 b	1.62 a	9.57c	47.80 a	29.40 a
E.E.	0,067	0.24	0.22	0.29	2.30	1.19
CV (%)	4,09	6.73	4.21	7.69	9.30	7.88
$P < 0.05$	0,0001	<0.0001	0.0001	0.0001	0.0015	0.0014

Nota: T1: cáscara de frejol gandul, T2: lodo de palma, T3: cáscara de maracuyá, T4 cáscara de plátano; *EEM:* Error Estándar de la Media; *P<:* Probabilidad; *CV:* Coeficiente de Variación ^{abc} Promedios en cada fila con superíndices de letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0.05$) (Autores, 2026).

4. Discusión

Los hallazgos confirman diferencias sustantivas entre residuos en términos de MS, MI, PB, GB, FDN y FDA, lo que implica opciones distintas para alimentación animal. La cáscara de frejol gandul, con su altísimo MS (77.03 %) y FDN (63.38 %) pero elevado FDA (37.16 %), podría servir como fuente de energía, pero su alta fibra estructural plantea limitaciones de consumo y digestibilidad; su uso podría requerir procesamiento para mejorar la palatabilidad y la disponibilidad de nutrientes. En marcado contraste, el lodo de palma mostró el mayor MI (13.93 %) y GB (10.17 %), lo que sugiere un aporte mineral significativo y energía lipídica, potencialmente beneficioso para animales con altas demandas energéticas; sin embargo, la alta MI podría requerir balance mineral para evitar excesos.

La PB fue alta en frejol gandul y lodo de palma ($\approx 14\%$), lo que subraya el valor proteico de leguminosas y de residuos de palma, compatibles con la capacidad de fijación de nitrógeno de leguminosas (Martínez et al., 2003) y con descomposición microbiana en residuos industriales (Zambrano-Morán et al., 2016). La baja PB en la cáscara de plátano limita su empleo como proteína, sugiriendo necesidad de suplementación proteica. En GB, frejol gandul mostró el valor más bajo, mientras palma, maracuyá y plátano aportaron mayor energía; la presencia de aceites residuales en el lodo palma podría explicar su alto GB (Del Hierro, 1993).

La FDN más alta en frejol gandul indica una mayor resistencia a la fermentación y menor digestibilidad de la fibra, lo que podría limitar el consumo en rumiantes; por su parte, FDA elevada en frejol gandul sugiere menor digestibilidad de la fracción fibrosa y menor disponibilidad de energía, de acuerdo con Van Soest (1994) y Ly (2004). Sin embargo, valores más bajos de FDA en plátano y palma sugieren mayor digestibilidad de la fibra, con posibles efectos en la saliva y el pH ruminal (Allen, 1997). Estos hallazgos enfatizan la necesidad de estudios de digestibilidad *in vitro* e *in vivo* para cada residuo y de estrategias de procesamiento (secado, ensilaje) para optimizar su uso. En la interpretación, conviene considerar la variabilidad entre cultivar, condiciones de secado y manejo agrónomo (Rojas-González et al., 2019; Cabrera et al., 2016). En resumen, la selección del residuo debe orientarse según el objetivo nutricional y la especie animal, complementando cuando sea necesario para lograr un balance adecuado de energía, proteína y fibra (Mertens, 2002).

5. Conclusiones

Considerando su composición química, los residuos agroindustriales evaluados presentan potencial para la alimentación ganadera. La cáscara de frejol gandul, rica en proteína y con moderada fibra, podría ser un suplemento proteico. El lodo de palma, con alta materia inorgánica y grasa, podría aportar minerales y energía, aunque su alta humedad requiere tratamiento previo. La cáscara de maracuyá, con fibra más digestible, podría ser un complemento en dietas para mejorar la palatabilidad. La

cáscara de plátano, baja en proteína pero con menor fibra, podría ser una fuente de carbohidratos. Sin embargo, es crucial considerar la digestibilidad de la fibra y el balance nutricional al formular dietas. Estudios *in vivo* son necesarios para evaluar el impacto en la producción animal y optimizar la inclusión de estos residuos. Su uso estratégico podría reducir costos y promover una ganadería más sostenible.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

Referencias Bibliográficas

- Allen, M. S. (1997). Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1447–1462. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76074-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76074-0)
- ANKOM Technology. (2017). *ANKOM 2000 fiber analyzer operator's manual*. https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/A2000_Manual.pdf
- Association of Official Analytical Chemists. (2019). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (21st ed.). AOAC International. <http://www.eoma.aoac.org/>
- Binod, P., Sindhu, R., Singhanian, R. R., Vikram, S., Devi, L., Nagalakshmi, S., Kurien, N., Sukumaran, R. K., y Pandey, A. (2010). Bioethanol production from rice straw: An overview. *Bioresource Technology*, 101(13), 4767–4774. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.10.079>
- Blasco-López, G., y Gómez-Montaño, F. J. (2014). Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp.*). *Revista Médica de la Universidad Veracruzana*, 14(2), 22–26. https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiedades.pdf
- Cabrera Rodríguez, E., León Fernández, V., Montano Pérez, A. de la C., y Dopico Ramírez, D. (2016). Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento. *Centro Azúcar*, 43(4), 27–35. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612016000400003&lng=es&tlng=es
- Del Hierro Santacruz, E. (1993). Aprovechamiento de los subproductos de palma de aceite. *Palmas*, 14(Especial), 149–153.
- Espinoza-Guerra, I., Montenegro-Vivas, L., Sánchez-Laiño, A., Romero-Romero, M., Medina-Villacís, M., García-Martínez, A., y Barrera-Álvarez, A. (2017). Composición bromatológica y degradabilidad ruminal in situ de residuos agroindustriales de maracuyá (*Passiflora edulis*) y plátano (*Musa paradisiaca*). *Ciencia y Tecnología*, 10(2), 63–68. <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i2.209>

- InfoStat. (2008). *InfoStat, versión 2008: Manual del usuario*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10346/Manual_INFOSTAT_2008.pdf
- Ly, J. (2004). Bananas y plátanos para alimentar cerdos: Aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 11(3), 5–24. <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/BANANAS%20Y%20PLATANOS%20ARA%20ALIMENTAR%20CERDOS%20ASPECTOS%20DE%20LA%20COMPOSICION%20QUIMICA%20DE%20LAS%20FRUTAS%20Y%20DE%20SU%20PALATABILIDAD.pdf>
- Martín, P. C. (2009). El uso de residuales agroindustriales en la alimentación animal en Cuba: Pasado, presente y futuro. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 13(3), 3–10. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83712319001.pdf>
- Martínez, J., Leonte, L., Castellano, G., y Higuera, A. (2003). Evaluación de 25 líneas de quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Millsp. con fines de selección para su uso como leguminosa arbustiva forrajera. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 13(3), 173–181. <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14975>
- Mejías-Brizuela, N., Orozco-Guillén, E., y Galáan-Hernández, N. (2016). Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 2(6), 27–41. https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num6/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N6_4.pdf
- Mertens, D. R. (2002). Physical and chemical characteristics of fiber affecting dairy cow performance. En *Proceedings of the 2002 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers* (pp. 125–144). Cornell University.
- Montenegro, L., Espinoza, I., Sánchez, A., Barba, C., García, A., Requena, A., y Martínez-Marín, 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, FCV-LUZ*, 28(4), 306–312. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/45363/art8.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, V. M., Peñuela, L. M., y Pérez, M. del R. (2017). Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentación en porcinos. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(2), 107–124. <https://doi.org/10.22267/rcia.173402.76>
- Rojas-González, A. F., Flórez-Montes, C., y López-Rodríguez, D. F. (2019). Prospectivas de aprovechamiento de algunos residuos agroindustriales.

Revista Cubana de Química, 31(1), 31–52.
<https://cubanaquimica.uo.edu.cu/index.php/cq/article/view/4789>

Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant* (2.^a ed.). Cornell University Press. <https://doi.org/10.7591/9781501732355>

Vargas Corredor, Y. A., y Pérez Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 59–72. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>

Zambrano-Morán, R., Kuffo-Lara, G., Alcívar-Hidalgo, B., y Intriago-García, J. (2016). Efecto de la alimentación con lodo de palma (*Elaeis guineensis*) sobre la producción de leche. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(1), 50–54. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542016000100009