

Document ID: **CAS-SIMJ-Vol.2.N.3.004.2025**

Artículo de Investigación

Obtención de balanceado para cerdos de ceba en base seca a partir de raquis de banano, enriquecido con fosfato de calcio y carbonato de calcio.

Obtaining feed for fattening pigs on a dry basis from banana rachis, enriched with calcium phosphate and calcium carbonate.

Autores:

Delly Maribel San Martín Torres¹, Vielka Madelaine Tobar Carrión², Allison Nicole Coyago Sisalima³. Paúl Andrés Tituana Chicaiza⁴

¹Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador, dsanmartin@utmachala.edu.ec,
<https://orcid.org/0000-0002-4680-4042>

²Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador, vtobar1@utmachala.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0008-9612-8549>

³Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador, acoyago3@utmachala.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0000-9876-7223>

⁴Universidad Técnica de Machala, El Oro, Ecuador, ptituana3@utmachala.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0004-7109-4160>

Autor de Correspondencia: ¹Delly Maribel San Martín Torres, dsanmartin@utmachala.edu.ec

Reception: 28-March-2025 **Acceptance:** 18-May-2025 **Published:** 28-June-2025

Como citar este artículo:

Delly Maribel San Martín Torres, D. M., Tobar Carrión, V. M., Coyago Sisalima, A. N., & Tituana Chicaiza, P. A. (2025). Obtención de balanceado para cerdos de ceba en base seca a partir de raquis de banano, enriquecido con fosfato de calcio y carbonato de calcio. *SAPIENS International Multidisciplinary Journal*, 2(3), e-23004. <https://doi.org/10.71068/6ehrnq65>

Resumen

El estudio abordó el aprovechamiento del raquis de banano, un residuo agroindustrial abundante en El Oro, especialmente en el cantón El Guabo, para formular alimentos balanceados destinados a cerdos de ceba. El objetivo fue desarrollar una mezcla seca y nutricionalmente adecuada a partir del raquis, enriquecida con fosfato y carbonato de calcio, además de harinas de soya y maíz, ingredientes de alto valor nutricional en la alimentación animal. La metodología incluyó recolección, limpieza, tratamiento ácido, secado y molienda del raquis, así como el procesamiento controlado de los demás insumos. Se elaboraron tres mezclas experimentales, seleccionando una para análisis fisicoquímico, la cual presentó contenidos significativos de cenizas, proteínas y carbohidratos, así como baja humedad, favoreciendo su conservación. Los resultados fueron comparados con referencias científicas, validando la calidad nutricional del producto obtenido. El estudio concluyó que el uso del raquis de banano como ingrediente principal es una alternativa viable, sostenible y económica para la alimentación porcina, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental de los residuos agrícolas y mejorando la eficiencia productiva mediante el aprovechamiento de insumos locales. Esta estrategia promueve la economía circular y la sostenibilidad en sistemas agroindustriales regionales.

Palabras claves: Raquis, banano, harinas, balanceado, sostenibilidad.

Abstract

The study addressed the utilization of banana rachis, an abundant agro-industrial byproduct in El Oro, particularly in the canton of El Guabo, for the formulation of balanced feed for fattening pigs. The objective was to develop a dry and nutritionally adequate mixture based on banana rachis, enriched with calcium phosphate and calcium carbonate, as well as soybean and corn meals, which are recognized for their high nutritional value in animal feed. The methodology included the collection, cleaning, acid treatment, drying, and grinding of the rachis, along with the controlled processing of the other ingredients. Three experimental mixtures were prepared, with one selected for physicochemical analysis. This analysis revealed significant contents of ash, protein, and carbohydrates, as well as low moisture, favoring product preservation. The results were compared with scientific references, validating the nutritional quality of the product obtained. The study concluded that using banana rachis as the main ingredient is a viable, sustainable, and economical alternative for pig nutrition, contributing to the reduction of the environmental impact of agricultural waste and improving production efficiency through the use of local resources. This strategy promotes the circular economy and sustainability within regional agro-industrial systems.

Keywords: rachis, banana, meal, balanced feed, sustainability.

1. INTRODUCCIÓN

El banano (*Musa spp.*) es uno de los cultivos tropicales más antiguos y ampliamente consumidos a nivel mundial. Su domesticación data de hace más de 10.000 años, con registros arqueológicos en Papúa Nueva Guinea que evidencian su uso desde el siglo VII a.C. (Gerónimo et al., 2013). Actualmente, Ecuador se posiciona como el mayor exportador global de esta fruta, siendo una de las principales fuentes de ingresos del país desde mediados del siglo XX (Gallardo & Yanza, 2020).

No obstante, el modelo de producción intensiva del banano genera importantes desafíos ambientales, debido a la gran cantidad de residuos sólidos que no reciben un tratamiento adecuado. Entre estos subproductos destaca el raquis, estructura que sostiene los racimos de banano y que suele desecharse tras la cosecha. Su descomposición sin control puede generar efectos negativos en el suelo, agua y aire (Lara Sánchez, 2013).

Investigaciones recientes han propuesto el aprovechamiento del raquis como materia prima para diversos fines, incluyendo su transformación en harina para la alimentación animal (Neira Ojeda, 2018; Anchundia, 2020). Este subproducto posee un contenido nutricional interesante, con presencia de fibra, minerales y compuestos bioactivos, que podrían complementar dietas animales si se procesan adecuadamente. Su inclusión en dietas balanceadas permite además diversificar fuentes alimenticias y reducir la dependencia de insumos importados, lo cual representa una ventaja para la economía rural (Godoy Valdiviezo, 2023).

Desde el punto de vista técnico, la harina de raquis puede mezclarse con ingredientes como maíz y soya, reconocidos por su aporte energético y proteico (Camari, 2019). La soya, en particular, contiene altos niveles de aminoácidos esenciales, siendo uno de los ingredientes más utilizados en dietas porcinas (Carrasco Quintero et al., 2011). Adicionalmente, el uso de minerales como el fosfato de calcio y el carbonato de calcio mejora el balance mineral de la dieta y fortalece el desarrollo óseo del cerdo (Guía Técnica MAG, 2020).

En el caso de la producción porcina, la alimentación de cerdos de ceba requiere fórmulas balanceadas que cubran sus necesidades energéticas, proteicas y minerales. Según la Guía Técnica para Alimentación de Cerdos del MAG (2020), estas deben adaptarse a la etapa fisiológica del animal, asegurando su crecimiento eficiente. El presente estudio propone una formulación que integra harina de raquis de banano con ingredientes convencionales como maíz y soya, enriquecida con compuestos minerales, con el propósito de generar una alternativa sostenible, accesible y funcional para la alimentación porcina en contextos rurales ecuatorianos.

2. DESARROLLO

El cultivo de banano representa una de las actividades agrícolas más significativas en Ecuador, desarrollándose principalmente en zonas de clima cálido y húmedo como la provincia de El Oro. A pesar de la importancia económica de este rubro, se genera un volumen considerable de residuos, entre los cuales el raquis es uno de los menos aprovechados (Lara Sánchez, 2013).

El banano destaca por su alto valor nutricional, aportando vitaminas A, B6 y C, minerales como potasio, magnesio y calcio, además de fibra dietética. No contiene colesterol ni grasas, lo cual lo hace apto para consumo humano y potencialmente útil en la alimentación animal (Gallardo & Yanza, 2020). Sin embargo, su industrialización en el país está centrada casi exclusivamente en el fruto, desechando estructuras como hojas, pseudotallos y raquis, que terminan en vertederos o descomponiéndose al aire libre.

El raquis de banano posee un valor nutricional interesante debido a su contenido de fibra, minerales y carbohidratos no estructurales. Investigaciones previas han demostrado que, una vez procesado y convertido en harina, este residuo puede ser utilizado como ingrediente en la elaboración de balanceados para animales monogástricos como los cerdos (Neira Ojeda, 2018; Vera Macías et al., 2022). No obstante, por sí solo, su perfil nutricional resulta insuficiente, por lo que requiere ser complementado con fuentes proteicas y energéticas, como la harina de soya y el maíz molido (Camari, 2019).

En este contexto, el presente trabajo propone una alternativa de aprovechamiento de raquis mediante su procesamiento en harina y su incorporación en dietas para cerdos de ceba, junto con la adición de carbonato de calcio, fosfato de calcio y cloruro de sodio. Estos componentes fortalecen el valor nutricional de la mezcla, ya que permiten equilibrar el contenido mineral y mejorar la digestibilidad del alimento (MAG, 2020).

Se formularon tres mezclas experimentales con diferentes proporciones de harinas y aditivos, evaluando su composición físico-química. La harina de raquis fue elaborada a partir de un proceso de limpieza, desinfección, tratamiento con ácido cítrico, secado y molienda. Posteriormente, se incorporaron harinas tradicionales y aditivos en proporciones previamente establecidas.

La inclusión del raquis en la dieta porcina busca reducir la dependencia de insumos importados, promover el uso de recursos locales y fomentar prácticas sostenibles dentro del sector pecuario. Este enfoque no solo contribuye al manejo responsable de residuos orgánicos, sino que también fortalece la economía circular en zonas rurales.

El desarrollo de este proyecto representa un avance en la valorización de subproductos agrícolas, demostrando que es posible transformar un desecho en un recurso útil y funcional, con impacto tanto en la sostenibilidad ambiental como en la eficiencia productiva del sector porcino ecuatoriano.

3. METODOLOGÍA

Se empleó un diseño experimental exploratorio con enfoque práctico, estructurado en tres fases fundamentales: (i) procesamiento de materias primas, (ii) formulación del alimento balanceado y (iii) análisis físicoquímico de la muestra seleccionada. Esta metodología permitió evaluar la factibilidad técnica y nutricional del uso del raquis de banano en dietas porcinas, garantizando la trazabilidad y replicabilidad del procedimiento.

3.1 Materiales y equipos

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron los siguientes materiales: raquis de banano, maíz, soya, cloruro de sodio, fosfato de calcio dihidratado y carbonato de calcio. Los equipos empleados incluyeron balanza digital de precisión, molino eléctrico, bandejas de acero inoxidable, estufa de secado, coladores, papel de aluminio, recipientes plásticos, y soluciones de ácido cítrico e hipoclorito de sodio.

3.2 Procedimiento para la obtención de harina de raquis

Los raquis fueron recolectados en la finca “La Sabana” y clasificados eliminando los que presentaban daños o impurezas visibles. Posteriormente, se lavaron con agua potable y se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 3% durante 5 minutos. Luego, se retiró la corteza y los raquis se trocearon en bastones delgados para facilitar el secado. Las muestras fueron sumergidas en una solución de ácido cítrico al 3% para prevenir el pardeamiento enzimático. Después, se secaron en estufa a 60 °C durante 5 horas hasta alcanzar una textura quebradiza, y finalmente fueron molidas en un molino manual hasta obtener una harina homogénea.

3.3 Obtención de harina de soya y maíz

Los granos de soya y maíz fueron sometidos a un proceso de secado en horno a 93 °C por 10 minutos. Posteriormente, se realizó una primera molienda para partir los granos, se tamizaron para eliminar los grumos y se molieron nuevamente hasta alcanzar una textura fina. Este procedimiento garantizó la uniformidad y limpieza del producto final.

3.4 Formulación del balanceado

Se diseñaron tres formulaciones experimentales (T1, T2 y T3) variando las proporciones de harina de raquis, soya, maíz y aditivos minerales. Las cantidades fueron pesadas digitalmente y mezcladas manualmente en recipientes limpios. Entre las tres muestras, se seleccionó la formulación T1 por su mayor contenido de raquis, con el fin de evaluar su impacto nutricional y energético. Esta muestra fue enviada al laboratorio Multianalítica S.A. para su caracterización físicoquímica, empleando métodos oficiales reconocidos por INEN, AOAC y FAO.

Este procedimiento metodológico permite sentar las bases para estudios posteriores de digestibilidad, aceptación en animales, y rendimiento zootécnico, contribuyendo a la implementación de estrategias sostenibles en la alimentación porcina.

3.5 Materiales, equipos e insumos

- Balanza digital
- Recipientes de acero
- Ácido cítrico
- Colador
- Hipoclorito de Sodio
- Estufa
- Papel de Aluminio
- Agua

3.6 Procedimiento Experimental

Obtención de Harina de Raquis

1. Se recolectó los raquis de Bananos en la Finca “La Sabana”
2. Se realizo una respectiva clasificación de los raquis eliminando los golpeados, y con malezas. Luego se procedió a pasarlos por la llave de agua, para tratar de eliminar las impurezas presentes superficialmente. Asimismo, se lo sometió a una solución de hipoclorito de sodio al 3%, donde se pudo observar la pérdida definitiva de impurezas.
3. Luego se le retiro la corteza a los raquis, quedando así totalmente blancos, una vez hecho esto se debe trocear los raquis en pequeños bastones, tratando de hacer lo más fino posible para ahorrar tiempo en el secado.
4. Una vez troceados, procedemos a introducir a los raquis de banano en una solución de Ácido Cítrico en una concentración de 3%, para evitar el pardeamiento u oxidación.
5. Dejamos reposarlos raquis de banano por 5 minutos, después de ello retiramos los raquis y eliminamos el agua que esté disponible, ayudándonos con un colador.
6. Posteriormente, forramos de papel de aluminio una bandeja de acero inoxidable que encaje en la estufa.
7. Introducimos la muestra en la estufa y lo secamos a 60°C por 5 horas.
8. Pasado este tiempo verificamos si el producto está totalmente seco, para ello tomaremos una pequeña parte de la muestra y la partiremos con ayuda de nuestra mano. Si el producto cruje estará listo.
9. Luego en un molino manual o eléctrico, introducimos los bastones y nos dará como resultado la Harina de Raquis.

Figura 1. *Recolección de Raquis de Banano*



Elaborado por: Autoría propia.

Figura 2. *Eliminación de impurezas*



Elaborado por: Autoría propia.

Imagen 3. *Raquis de banano en solución de Ácido Cítrico*



Elaborado por: Autoría propia.

Figura 4. *Raquis de Banano finos*



Elaborado por: Autoría propia.

Figura 5. *Preparación de la muestra.*



Elaborado por: Autoría propia.

Figura 6. *Muestra en la estufa*



Elaborado por: Autoría propia

Figura 7: *Raquis seco*



Elaborado por: Autoría propia

Figura 8. Molienda del raquis.



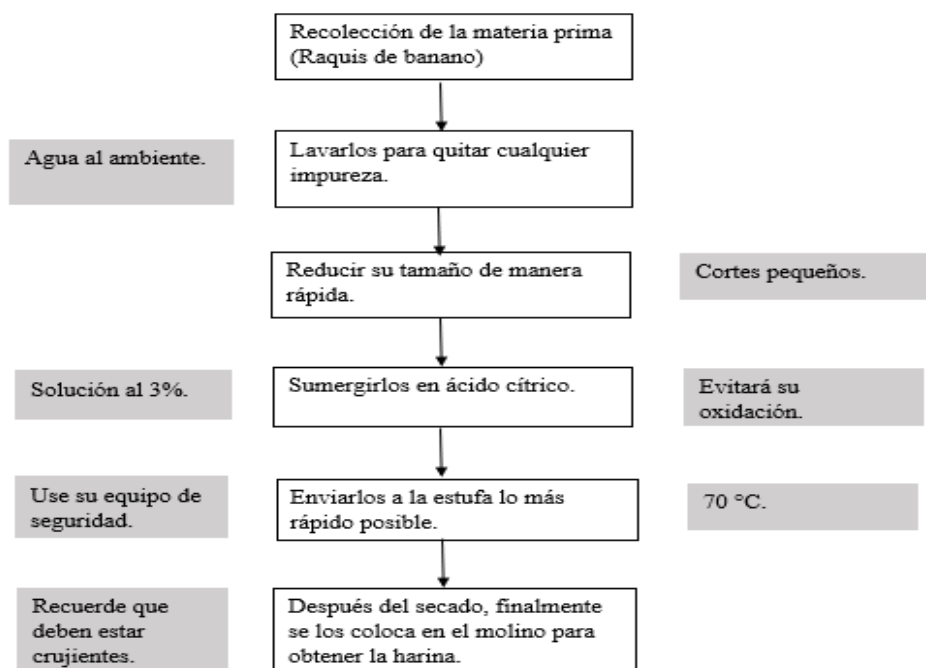
Elaborado por: Autoría propia

Figura 9. Harina de Raquis de Banano



Elaborado por: Autoría propia.

Figura 10. Diagrama de flujo de Obtención de Harina de Raquis de Banano



Elaborado por: Autoría propia.

Obtención de Harina de Soya

1. Secado del Grano (Soya), se colocó la soya en un recipiente, resistente al calor para luego proceder al secado en un horno a 93 °C por 10 minutos.
2. Molienda del grano, se trituro la soya, procurando que únicamente los granos se separen por la mitad para luego, volver a secar.
3. Se realizó el molido del grano por segunda vez, verificando que el molino se encuentre bien ajustado, para así, obtener una harina con pocos grumos.
4. Separación de Harina con grumos, se pasó la Harina por un colador, para así separar los grumos de la harina más pulverizada. Y luego se volvió a secar los grumos, para volverlos a moler y así obtener más harina.¹⁶
5. Se obtuvo finalmente nuestro producto que es Harina de Soya.

Figura 11. Secado de los granos de soya.



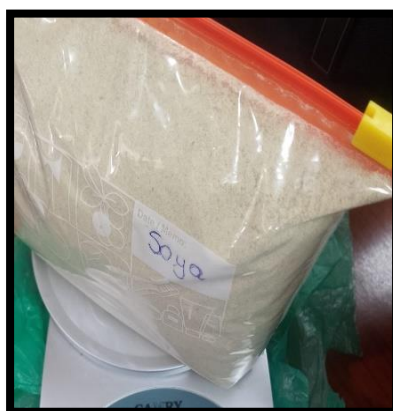
Elaborado por: Autoría propia.

Figura 12. Molienda de los granos de soya.



Elaborado por: Autoría propia

Figura 13. Harina predefinida



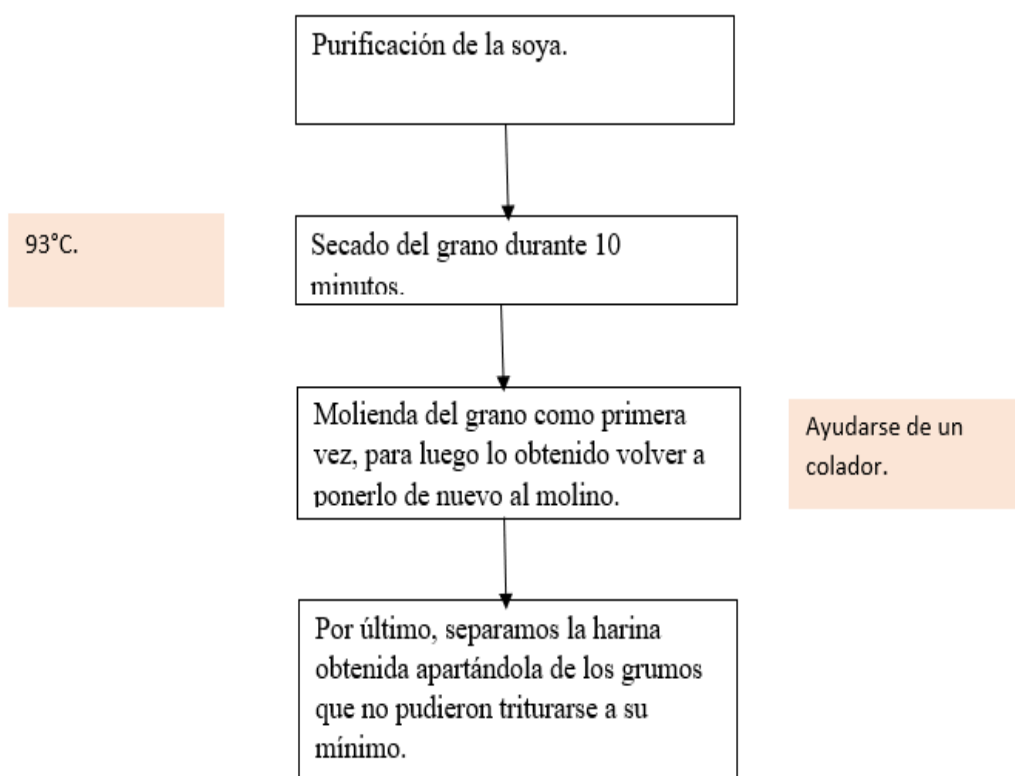
Elaborado por: Autoría propia.

Figura 14. Harina de soya



Elaborado por: Autoría propia

Figura 15. Diagrama de flujo de la Obtención de Harina de Soya



Elaborado por: Autoría propia

Preparación de la formulación del Balanceado

1. Pesaje de Harina de maíz

2. Pesaje de Harina de soya
3. Pesaje de Harina de Raquis
4. Pesaje de Cloruro de Sodio
5. Pesaje de fosfato de Calcio dihidratado
6. Pesaje de Carbonato de Calcio

Figura 16. *Pesaje de Harina de maíz*



Elaborado por: Autoría propia

Figura 17. *Pesaje de Harina de Harina de soya*



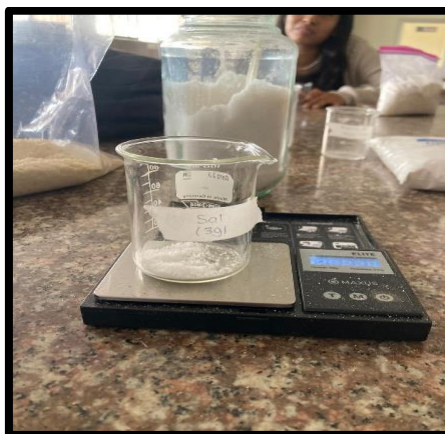
Elaborado por: Autoría propia.

Figura 18. *Harina de Raquis de Banano*



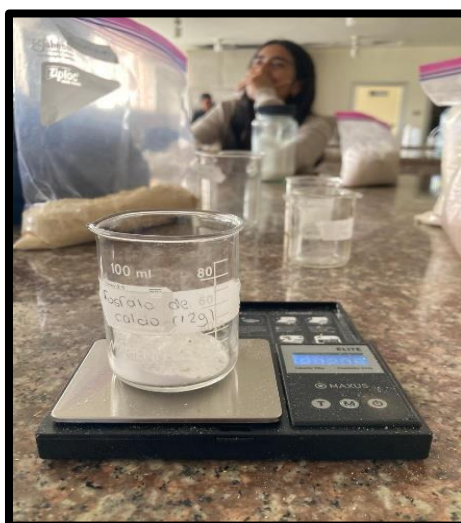
Elaborado por: Autoría propia.

Figura 19. *Pesaje de Harina de NaCl*



Elaborado por: Autoría propia.

Figura 20. *Pesaje de CaPO₄.2H₂O*



Elaborado por: Autoría propia.

A continuación, en la tabla:1 nos muestra las distintas formulaciones del raquis de banano con cada una de sus determinaciones y componentes propuestos en este análisis.

Tabla 1:

Resultados de Análisis Fisicoquímico de Raquis de Banano (musa paradisiaca) y harina de raquis.

DETERMINACIÓN	UNID	RAQUIS FRESCO	HARINA DE RAQUIS
Humedad	%	70.43%	14.07%
Cenizas	%	7.02%	21.66%
Proteínas	%	6. 11%	15.50%
Grasas	%	0,15%	0.74%
Carbohidratos	%	11.50%	28.27%
Fibras	%	4.77%	19.75%

Fuente: Neira Ojeda, 2018.¹⁷

Por consiguiente, las diferentes formulaciones están descritas en tres tablas, donde se muestran las diferentes proporciones de los componentes adecuados para alimentación de cerdos en ceba, como se observa en las tablas: 2, 3 y 4 se encuentran las formulaciones T1, T2, y T3.

Tabla 2:

Formulación para Balanceado #1 (T1)

FORMULACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE
Harina de soya	135 gr	17.19%
Harina de raquis	250 gr	31.84%
Harina de Maíz	263 gr	33.50%
Carbonato de calcio	122 gr	15.54%
Fosfato de calcio	12 gr	1.52%
Cloruro de sodio	3 gr	0.38%

Fuente: Autoría Propia

Tabla 3:

Formulación para Balanceado #2 (T2)

FORMULACIÓN 2 PARA BALANCEADO		
FORMULACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE
Harina de soya	250 gr	31.84%
Harina de raquis	275 gr	35.03%
Harina de Maíz	123 gr	15.66%
Carbonato de calcio	122 gr	15.54%
Fosfato de calcio	12 gr	1.52%
Cloruro de sodio	3 gr	0.38%

Fuente: Autoría Propia

Tabla 4:

Formulación para Balanceado #3 (T3)

FORMULACIÓN 3 PARA BALANCEADO		
FORMULACIÓN	CANTIDAD	PORCENTAJE
Harina de soya	213 gr	27.13%
Harina de raquis	300 gr	38.21%
Harina de Maíz	135 gr	17.19%
Carbonato de calcio	122 gr	15.54%
Fosfato de calcio	12 gr	1.52%
Cloruro de sodio	3 gr	0.38%

Fuente: Autoría Propia

4. RESULTADOS

El análisis fisicoquímico del tratamiento T1, realizado en el laboratorio Multianálítica S.A., mostró resultados relevantes en cuanto a los principales parámetros nutricionales del balanceado formulado. Se obtuvo un contenido de humedad de 4,84%, proteínas totales del 10,50%, grasa del 3,29%, cenizas del 41,39% y carbohidratos del 39,98%, con un valor calórico de 231,53 kcal por cada 100 gramos de muestra. Estos resultados fueron obtenidos empleando métodos normalizados por las normas INEN ISO 6496-2015 (humedad), AOAC 2001.11 (proteínas), AOAC 2003.06 (grasa), AOAC 923.03 (cenizas) y FAO (carbohidratos y valor calórico).

Los valores fueron contrastados con los de otras investigaciones para validar su pertinencia nutricional. Este análisis permite establecer un perfil completo del alimento, lo cual es fundamental para evaluar su aplicabilidad como insumo en la dieta de cerdos de ceba.

Tabla 5:

Características de físico-químicas de la T1.

Color:	Característico	Olor:	Característico	
Estado:	Sólido	Conservación:	Ambiente	
Temperatura de la muestra	Ambiente			
ANÁLISIS FISCOQUÍMICO				
PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Humedad	4.84	%	MFQ-04	NTE INEN ISO 6496-2015/Gravimetría
Proteína	10.50	(F: 6.25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11/Volumetría, Kjeldahi
Grasa	3.29	%	MFQ-02	AOAC 2003.06/Gavimetría, Soxhlet
Ceniza	41.39	%	MFQ-03	AOAC 923.03/Gavimetría, directo
Carbohidratos Totales	39.98	%	MFQ-11	FAO Tabla composición alimentos/Cálculo
Calorías	231.53	Kcal/100g.	MFQ-12	NTE INEN 1334-2.2011/Cálculo

Nota: Laboratorio donde se realizó el análisis Multianalítica S.A

Fuente: Elaboración propia

5. DISCUSIÓN

La comparación del tratamiento T1 con datos de referencia provenientes de estudios previos (como Guerrero, 2023 y Vera Macías et al., 2022) evidencia diferencias importantes, especialmente en el contenido de cenizas, carbohidratos y humedad. El bajo porcentaje de humedad en la formulación T1 (4,84%) frente a otros estudios (18,50%) favorece una mayor vida útil del producto y mejora su almacenamiento.

Tabla 6:

Análisis nutricional de la T1.

Parámetros	Muestra de Laboratorio
Humedad	18.50
Grasa	3.10
Proteína total	14.20
Cenizas totales	5.80
Carbohidratos totales	58.40
Energía total	318.30

Fuente: Ensayos de laboratorio y asesoría Pintado E.I.R.L.(como se citó en Guerrero, 2023).¹²

El contenido proteico, aunque se encuentra dentro de rangos aceptables (10,50%), fue ligeramente inferior al valor de referencia (14,20%). Esta diferencia podría compensarse ajustando la proporción de harina de soya en futuras formulaciones. En cuanto a los carbohidratos, se obtuvo un valor de 39,98%, menor que el 58,40% reportado en otras fuentes. Sin embargo, su combinación con el nivel de grasa (3,29%) contribuyó a un valor calórico considerable, demostrando que la formulación es energéticamente equilibrada.

Cabe destacar el alto porcentaje de cenizas (41,39%), que supera ampliamente los valores reportados por otros autores (17,65%). Esto sugiere una alta concentración de minerales, lo cual puede atribuirse a la incorporación de aditivos como el fosfato de calcio y el carbonato de calcio. Si bien esto es favorable para el aporte mineral, debe monitorearse para evitar excesos que puedan afectar la biodisponibilidad de otros nutrientes.

Al comparar los datos con estudios sobre subproductos del banano, como los de Vera Macías et al. (2022), se confirma que el raquis procesado adecuadamente mediante limpieza, acidificación y secado puede alcanzar una composición nutricional viable para la formulación de balanceados.

Tabla 7:

Análisis de la MS de los residuos de banano.

Fuente: Vera Macías et al., (2022).¹⁸

Análisis	Cavendish (Vástago)	Cavendish (Raquis)	Orito (Hoja)	Orito (Vástago)	Orito (Raquis)
<i>Proteína Cruda (%)</i>	4.38	4.52	11.25	3.13	3.82
<i>Extracto Etéreo (%)</i>	3.96	3.92	2.92	4.83	3.30
<i>Ceniza (%)</i>	16.15	17.65	12.18	12.85	18.98
<i>Fibra Cruda (%)</i>	25.21	20.65	32.22	20.19	30.56
<i>E. L. N. (%)</i>	50.30	53.26	40.43	59.00	43.34
<i>Materia Seca Total (%)</i>	3.30	7.07	14.49	3.93	7.44
<i>Fibra</i>					
<i>FDN (%)</i>	39.04	54.46	42.19	3 6.07	51.03
<i>FDA (%)</i>	35.16	36.01	17.64	30.98	31.72
<i>LDA (%)</i>	6.81	11.39	7.08	5.79	10.19
<i>Energía Bruta</i>					
<i>Energía Bruta (Mcal/Kg)</i>	4.49	4.17	4.60	4.47	4.35

6. CONCLUSIÓN

El presente estudio demostró la viabilidad de aprovechar los residuos desechados de las plantaciones de banano para un uso responsable y eficiente, específicamente el raquis, para la formulación de un balanceado nutricionalmente adecuado para cerdos en ceba. Se logró obtener harina de raquis de banano mediante un método ácido, complementándola con harina de maíz, soya y aditivos minerales como carbonato de calcio y fosfato de calcio. Este enfoque no solo contribuye a la reducción del impacto ambiental generado por los desechos de la industria bananera, sino que también proporciona una alternativa sostenible y económicamente viable para la alimentación animal.

Se formularon tres muestras diferentes, de las cuales el tratamiento T#1 fue analizado en laboratorio. Este análisis fisicoquímico permitió identificar variables clave como el contenido calórico, de carbohidratos, humedad y cenizas. Con base en estos datos, se investigaron los requerimientos nutricionales de los cerdos, comprobando que todas las dietas destinadas a su alimentación requieren una fuente elevada de proteínas. Por lo tanto, se concluye que la formulación evaluada cumple con los parámetros necesarios para ser utilizada en la alimentación animal. Estas características respaldan su aplicación en la alimentación porcina, siempre que se continúen los estudios sobre su digestibilidad y la biodisponibilidad de sus nutrientes.

Sin duda, el aprovechamiento de este gran balanceado con múltiples nutrientes para la alimentación del cerdo beneficiará su crecimiento. En conclusión, el aprovechamiento del raquis de banano como insumo en la producción de balanceados demuestra una estrategia nueva con un impacto positivo en la industria de los animales de granja como el cerdo. Representa una alternativa innovadora y sostenible que contribuye a la reducción del impacto ambiental de los residuos agroindustriales y a la mejora de la eficiencia en la nutrición animal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, S. (2023). *Estudio comparativo de la celulosa microcristalina obtenida a partir del raquis y pseudotallo del banano (Musa sapientum) aplicando el método de hidrólisis ácida-alcalina para su uso en la industria de alimentos*. Resumen extendido de Trabajo de Tesis (Ingeniera Química). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/18511>
- Anchundia, V. (2020). *Aprovechamiento de raquis de banano mediante bioestabilización de Trichoderma harzianum para reducir contaminación de suelos por fertilizantes químicos sintéticos*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil – Ecuador. https://cia.uagraria.edu.ec/archivos/anchundia%20veliz%20ariana%20astrid.%201_comp_ressed.pdf
- Bernal Marcelo, A. R., Álvarez Lazo, D. A., & Buendía Quispe, B. F. (2019). Evaluación de alternativas alimenticias para cerdos en crecimiento en el Valle. *Avances*, 21(3), 356–366. <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869483008/html/>
- Caicedo, W. (2020). Características químicas del ensilaje de raquis de plátano (*Musa paradisiaca*) y plátano orito (*Musa acuminata* AA) tratados con suero y urea. *Rdo. investigación veterinario*. Perú, 31(4). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172
- Camari, E. (2019). Variabilidad de la composición química y del valor nutricional de la harina de soya. https://www.3tres3.com/latam/articulos/composicion-quimica-y-valor-nutricional-de-la-harina-de-soja_12224/
- Carrasco Quintero, M. del R., Ortiz Hernández, L., Chávez Villasana, A., Roldán Amaro, J. A., Guarneros Soto, N., Aguirre Arenas, J., & Ledesma Solano, J. A. (2011). Impacto del

consumo de harina de maíz con un bajo nivel de enriquecimiento en niños de zonas rurales. *Nutrición Hospitalaria*, 26(5), 1097–1104. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.5.5127>

Chávez Estudillo, V., Valencia Ordoñez, A., Córdova-Nieto, C., Flores Estevéz, N., Jarillo-Rodríguez, J., & Noa-Carrazana, J. C. (2017). Lixiviados de raquis de plátano: obtención y usos potenciales. *Cuadernos de Biodiversidad*, 53, 1–8. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/72105/1/CuadBio_53_01.pdf

Estévez Alfayate, J. A. (2016). Manejo alimentario en las etapas de preceba y ceba en una unidad integral de producción porcina. *Revista Producción Animal*, 28(2–3), 12–19. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v28n2-3/rpa02216.pdf>

Gallardo, R., & Yanza, M. (2020). Caracterización fisicoquímica y organoléptica de raquis de banano para uso en alimentación animal. *Universidad Estatal Amazónica, Ecuador*. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/636/1/T.AGROP.B.UEA.1156>

Gerónimo, F. G., Ibarra, Q. R., Navia, M., & Aguirre, G. (2013). Caracterización morfológica de plátano (*Musa paradisiaca* L.) en la provincia Nor Yungas de La Paz y provincia Chapare de Cochabamba, Bolivia. *Revista Científica Agro Amazónica*, 1(2). http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-96062013000200004&lng=en&nrm=iso

Godoy Valdiviezo, M. J. (2023). Elaboración de balanceado peletizado más la adición de probióticos para cerdos en la etapa de crecimiento y engorde. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19168/1/17T01863.pdf>

Guerrero Zurita, Y. G. A. (2023). *Elaboración de un alimento balanceado a base de pseudotallo de plátano para cerdo como alternativa de aprovechamiento industrial* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/147314/Guerrero_ZYGA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Guía técnica para alimentación de cerdos. (2020). *MAG Gobierno de Costa Rica*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/102-7847.pdf>

Lara Sánchez, H. A. (2013). *Residuos sólidos provenientes de la actividad bananera y sus efectos en la calidad ambiental del cantón Valencia. Año 2012. Plan de reciclaje* [Tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4d7574f7-1fef-49c2-9985-df36536d3164/content>

Loja, G. (2022). Aplicación de lixiviado a base de raquis de banano como abono foliar en el cultivo de banano en la Zona de Machala. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Machala-Ecuador*. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/17950/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-187.pdf>

Mezclado de alimento para cerdos. (2019). *Pecuarios.com – Porcicultura*. <https://www.brfingredients.com/es/blog/posts/alimentacion-de-cerdos-por-fases-ingredientes-para-una-nutricion-eficiente/>

Neira Ojeda, O. (2018). *Obtención y caracterización de harina de raquis de banano (Musa paradisiaca)* [Tesis de licenciatura, Universidad Señor de Sipán].

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6205/Neyra%20Ojeda%20Otilia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vera Macías, J. A., Núñez Briones, L. A., & Avilés León, J. J. (2022). Valoración nutricional de los residuos orgánicos de banano en el cantón La Troncal, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(1), 56–66.
<https://camjol.info/index.php/RUC/article/view/11882/13760>

Conflicto de Intereses: Los autores afirman que no existen conflictos de intereses en este estudio y que se han seguido éticamente los procesos establecidos por esta revista. Además, aseguran que este trabajo no ha sido publicado parcial ni totalmente en ninguna otra revista.