



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA
ESCUELA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERIA ZOOTECNISTA**

**EVALUACIÓN DE LA HARINA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.) COMO
SUPLEMENTO ENERGÉTICO EN DIETAS COMERCIALES PARA CERDOS
EN LA ETAPA DE ENGORDE DE (75 – 150 DÍAS)**

HERNÁNDEZ CORAL GALLY FABIÁN

TUTOR: Msc. CRISTIAN ANDRES ARROYO BEMAVIDES

IBARRA – ECUADOR

MARZO, 2026

Ibarra, 10 de marzo del 2026

CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo d integración curricular titulado: EVALUACIÓN DE LA HARINA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.) COMO SUPLEMENTO ENERGÉTICO EN DIETAS COMERCIALES PARA CERDOS EN LA ETAPA DE ENGORDE DE (75 – 150 DÍAS), presentado por el estudiante Gally Fabián Hernández Coral con cédula de ciudadanía N° 1005216864, para obtener el Título de Ingeniero Zootecnista.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN.

| INFORME DE ORIGINALIDAD | | | |
|-------------------------|---|---------------|-------------------------|
| 8% | 8% | 2% | % |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |
| FUENTES INTERNET | | | |
| 1 | repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet | | 1% |
| 2 | es.scribd.com Fuente de Internet | | 1% |
| 3 | www.ecuadorencifras.gob.ec Fuente de Internet | | 1% |
| 4 | 1library.co Fuente de Internet | | 1% |
| 5 | repositorio.uileam.edu.ec Fuente de Internet | | 1% |
| 6 | revistademanabi.com Fuente de Internet | | 1% |
| 7 | dspace.ueb.edu.ec Fuente de Internet | | 1% |
| 8 | repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet | | 1% |
| 9 | www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet | | 1% |



Mgs. Christian Arroyo

TUTOR DE TRABAJO

C.C.: 1719831545

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:



Mgs. Christian Arroyo

C.C.: 1719831545



Msc. Lector Maritza Mier Q.

C.C.: 1002878286



Ms. Lector José Valdemar

C.C.: 1001927167

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, *Gally Fabián Hernández Coral*, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 10 de marzo del 2026



Gally Fabián Hernández Coral

C.C.: 1005216864

AUTORIA

Yo, *Gally Fabián Hernández Coral*, portador de la cedula de ciudadanía N° 1005216864, declaro que la presente trabajo de investigación es de total responsabilidad de la autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



Gally Fabián Hernández Coral

C.C.: 1005216864.

DEDICATORIA

A mis padres Rosa Coral y Fabián Hernández, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida, ejemplo de esfuerzo, sacrificio y perseverancia. Gracias por su apoyo incondicional, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por enseñarme que el trabajo constante es el camino hacia los sueños cumplidos. Este logro también les pertenece.

A mis hermanos, por su compañía, motivación y por ser parte esencial de cada etapa de mi crecimiento personal y profesional. Su respaldo y cariño han sido una fuente permanente de fortaleza.

Con amor y gratitud eterna, les dedico este logro.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios y a la Virgencita de Las Lajas y la Purificación, por concederme fortaleza, sabiduría y perseverancia a lo largo de este proceso académico; por sostenerme en los momentos de dificultad y brindarme la fe y confianza necesaria para culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional.

Expreso mi más profundo y sincero agradecimiento a mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por constituir en fundamento esencial sobre el cual he construido cada uno de mis logros, han sido el motor que me impulsa a avanzar y concluir este proceso formativo.

A mi tutor, Mgs. Cristian Andrés Arroyo Benavides, le manifiesto mi gratitud por su orientación académica, acompañamiento permanente y compromiso durante el desarrollo de esta investigación aspectos que fueron determinantes para la consolidación de este trabajo.

A mi profesor, José Valdemar Andrade, agradezco su nivel de exigencia, disciplina académica y constante motivación y apoyo hacia la excelencia, lo cual contribuyo significativamente a fortalecer el rigor científico y la calidad de esta investigación.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a mis compañeros y personas que me brindaros su apoyo, comprensión y acompañamiento durante esta etapa, convirtiéndose en un respaldo fundamental para alcanzar esta meta.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| CERTIFICACIÓN TUTOR | ii |
| PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL..... | iii |
| ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS | iv |
| AUTORIA | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| AGRADECIMIENTOS..... | vii |
| INDICE DE CONTENIDO | viii |
| INDICE DE FIGURAS | xii |
| INDICE DE TABLAS..... | xiii |
| RESUMEN..... | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| CAPÍTULO I..... | 3 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| CAPÍTULO II..... | 8 |
| OBJETIVOS | 8 |
| 2.1. Objetivo General..... | 8 |
| 2.2. Objetivos Específicos..... | 8 |
| 2.3. Hipótesis | 8 |
| CAPÍTULO III | 9 |

| | |
|--|----|
| ESTADO DEL ARTE | 9 |
| 3.1. Producción porcícola a nivel mundial | 9 |
| 3.2. Porcicultura en Ecuador | 10 |
| 3.2.1 Problemática de la porcicultura en Ecuador | 13 |
| 3.3. Nutrición porcícola | 14 |
| 3.3.1. Energía | 15 |
| 3.3.2. Proteínas y aminoácidos..... | 16 |
| 3.3.3. Uso de la harina de plátano en la producción porcícola | 16 |
| 3.4. Harina de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)..... | 16 |
| 3.4.1. Características del plátano en fase verde..... | 17 |
| 3.4.3. Composición química y principios activos del plátano..... | 18 |
| 3.4.2. Aporte nutricional de la harina de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.) | 18 |
| 3.4.3. Hidratos de carbono complejos | 20 |
| 3.4.4. Fibra..... | 21 |
| 3.4.5. Minerales | 22 |
| 3.4.6. Proceso de digestión de la harina de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.)..... | 23 |
| 3.4.7. Acción fisiológica de la harina de plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.) en cerdos de engorde | 24 |
| CAPÍTULO IV | 27 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 27 |
| 4.1. Materiales | 27 |

| | |
|--|----|
| 4.1.1. Biológicos..... | 27 |
| 4.1.2. Físicos..... | 27 |
| 4.1.3. Equipos electrónicos..... | 27 |
| 4.1.4. Equipos de limpieza y desinfección | 27 |
| 4.1.5. Alimento | 27 |
| 4.2. Método..... | 28 |
| 4.2.1. Diseño experimental..... | 28 |
| 4.2.2. Adaptación de los animales | 29 |
| 4.2.3. Desparasitación | 30 |
| 4.2.4. Alimentación..... | 30 |
| 4.2.5. Desperdicios..... | 31 |
| 4.2.6. Mediciones de grasa dorsal..... | 31 |
| 4.2.7. Obtención de harina de plátano (<i>Musa paradisiaca L</i>)..... | 32 |
| 4.2.8. Pesaje..... | 34 |
| 4.2.9. Variable independiente:..... | 34 |
| 4.2.10. Variable dependiente:..... | 35 |
| 4.2.11. Localización..... | 36 |
| CAPÍTULO V | 38 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 38 |
| 5.1. Determinación del efecto de la suplementación energética con harina de plátano (<i>Musa paradisiaca L.</i>) en dietas comerciales para cerdos en la etapa de engorde | 38 |

| | |
|---|----|
| 5.1.1. Prueba de Normalidad y Homogeneidad de Varianza..... | 38 |
| 5.2. Análisis estadístico de las variables..... | 41 |
| 5.2.1. Variable: Peso vivo..... | 41 |
| CAPÍTULO VI..... | 67 |
| CONCLUSIONES..... | 67 |
| CAPÍTULO VIII..... | 69 |
| RECOMENDACIONES..... | 69 |
| CAPÍTULO VIII..... | 71 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 71 |
| ANEXOS..... | 78 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Estado Fisiológico del plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L)..... | 22 |
| Figura 2 Zona donde se llevó a cabo el experimento..... | 25 |
| Figura 3 Promedio del peso vivo según tratamientos a la tercera semana..... | 32 |
| Figura 4 Peso vivo según tratamientos a la séptima semana..... | 34 |
| Figura 5 Peso vivo según tratamientos a la décima semana..... | 36 |
| Figura 6 Conversión alimenticia según tratamientos a la tercera semana..... | 39 |
| Figura 7 Conversión alimenticia según tratamientos a la séptima semana..... | 41 |
| Figura 8 Conversión alimenticia según tratamientos a la décima semana..... | 44 |
| Figura 9 Grasa dorsal según tratamientos a los treinta días..... | 46 |
| Figura 10 Grasa dorsal según tratamientos a los setenta y cinco días..... | 49 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Población porcícola por región y provincias del Ecuador</i> | 11 |
| Tabla 2. <i>Componentes nutricionales de la harina de plátano (Musa paradisiaca L.)</i> | 18 |
| Tabla 3. <i>Valor nutricional del plátano (Musa paradisiaca L.) – por 100 g</i> | 19 |
| Tabla 4. <i>Tratamientos de Inclusión</i> | 28 |
| Tabla 5. <i>Diseño completamente al azar (DCA)</i> | 28 |
| Tabla 6. <i>Análisis de varianza (ANOVA)</i> | 29 |
| Tabla 7. <i>Resultados obtenidos del análisis bromatológico</i> | 33 |
| Tabla 8. <i>Resultados de las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza para las variables dependientes</i> | 39 |
| Tabla 9. <i>Análisis de varianza para la variable peso vivo (kg) a la tercera semana</i> | 41 |
| Tabla 10. <i>Análisis de varianza para la variable peso vivo (kg) a la séptima semana</i> | 45 |
| Tabla 11. <i>Análisis de varianza para la variable peso vivo (kg) a la décima semana</i> | 48 |
| Tabla 12. <i>Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia a la tercera semana</i> | 52 |
| Tabla 13. <i>Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia a la séptima semana</i> | 55 |
| Tabla 14. <i>Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia a la décima semana</i> | 58 |
| Tabla 15. <i>Análisis de varianza para la variable grasa dorsal a los treinta días</i> | 61 |
| Tabla 16. <i>Análisis de varianza para la variable grasa dorsal a los setenta y cinco días</i> | 64 |

RESUMEN

En la producción porcina la etapa de engorde requiere eficientes estrategias nutricionales que optimicen el crecimiento, la conversión alimenticia y la calidad de la canal, reduciendo costos sin comprometer el rendimiento productivo. En contexto, la inclusión de harina de plátano (*Musa paradisiaca L*) siendo una materia alternativa representa una opción viable debido a su aporte energético y disponibilidad local. La presente investigación evaluó el efecto de la inclusión de la harina de plátano sobre los parámetros productivos y la acumulación de grasa dorsal en cerdos durante la etapa de engorde (75 a 150 días de edad). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos, 4 repeticiones y 12 unidades experimentales, en los cuales se incluyó diferente porcentaje de harina de plátano siendo: T1 (0 %), T2 (10%) y T3 (20%) de inclusión. Se aplicaron pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianza (Levene), en secuencia de análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación de Tukey al 5% para las variables con significancia estadística; las variables que fueron evaluadas son ganancia de peso semanal y final, conversión alimenticia y acumulación de grasa dorsal medidas mediante un dispositivo ultrasonido portátil (Renco Lean-Meater ®). Los resultados que evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$) fue en la acumulación de grasa dorsal entre tratamientos en las semanas finales del ensayo. El tratamiento con mayor nivel de acumulación de grasa dorsal fue el (T3), mientras que en el tratamiento que mejor se evidencio la eficiencia de conversión alimenticia fue el (T2). Se concluye que la harina de plátano constituye una alternativa nutricional viable en las dietas de finalización del ganado porcino, capaz de influir positivamente en el desempeño productivo y la composición corporal, contribuyendo a la optimización de recursos locales en sistemas de producción porcina.

Palabras Clave: porcinos, harina de plátano, engorde, conversión alimenticia, grasa dorsal.

ABSTRACT

In swine production, the fattening stage requires efficient nutritional strategies that optimize growth, feed conversion, and carcass quality, while reducing costs without compromising productive performance. In this context, the inclusion of plantain flour (*Musa paradisiaca* L.) as an alternative raw material represents a viable option due to its energy content and local availability. This research evaluated the effect of plantain flour inclusion on productive parameters and backfat accumulation in pigs during the fattening stage (75 to 150 days of age). A completely randomized design (DCA) was used with 3 treatments, 4 replicates, and 12 experimental units, in which different percentages of plantain flour were included: T1 (0%), T2 (10%), and T3 (20%). Normality (Shapiro-Wilk) and homogeneity of variance (Levene) tests were applied, followed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at the 5% significance level for variables with statistical significance. The variables evaluated were weekly and final weight gain, feed conversion ratio, and backfat accumulation, measured using a portable ultrasound device (Renco Lean-Meater®). The results that showed significant differences ($p < 0.05$) were in backfat accumulation between treatments in the final weeks of the trial. Treatment T3 showed the highest level of backfat accumulation, while treatment T2 demonstrated the best feed conversion efficiency. It is concluded that banana flour constitutes a viable nutritional alternative in finishing diets for swine, capable of positively influencing productive performance and body composition, thus contributing to the optimization of local resources in swine production systems.

Keywords: swine, banana flour, fattening, feed conversion, backfat.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La producción porcícola a nivel global desempeña un papel fundamental dentro del sector pecuario debido a su importante impacto, mismo que promueve el garantizar la disponibilidad de alimentos y colabora con el desarrollo económico de muchas naciones lo que se ve reflejado en un crecimiento sostenido en la producción de alimentos cárnicos porcinos (Magaña, Leyva, Solis, & Aguilar, 2023).

En Ecuador, la producción porcícola ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años, impulsado principalmente por el aumento del consumo de carne de cerdo y la modernización de los sistemas productivos, lo que ha fortalecido la importancia del sector dentro de la actividad agropecuaria nacional, mismo crecimiento que se puede atribuir al aumento de las necesidades del consumo y de subproductos que se obtienen, además de su impacto genera fuentes de empleo y proveer de ingresos a una alta cantidad de familias ecuatorianas, por lo que esta actividad pecuaria ocupa un rol de gran importancia en la garantía de la disponibilidad de alimentos en al ofrecer una opción asequible de proteína de origen animal (Silva, 2023).

La porcicultura en Ecuador representa un 11% del PIB agropecuario y genera un aproximado de 80 mil empleos directos y más de 200 mil trabajos indirectos, ya que en todo el país hay cerca de 166 mil productores de cerdo, de los cuales el 94% se gestiona en granjas pequeñas, sin embargo, en la actualidad los productores no la ven como una actividad rentable por los altos costos de los alimentos balanceados, cuyo promedio es de 2.288 USD de alimento balanceado durante 3 meses cuando el animal alcanza un peso de 110 kg, en contraste los bajos precios de la canal al momento de

la comercialización. La elaboración de alimentos para cerdos es muy importante, y sus alternativas permiten establecer estrategias de para disminuir el costo de este rubro (Carranza, 2022).

Dentro de las explotaciones porcícolas, la alimentación para los cerdos, representa entre el 60 al 70% de los costos totales de producción, para obtener óptimos rendimientos de la canal, para ello es necesario administrar una dieta balanceada y una ración acorde a cada etapa productiva de los cerdos, en donde el consumo diario de energía digestible va desde 1.560 hasta 1.570 kcal, cuando los animales tienen con un peso entre 70 y 100 kg respectivamente y los requerimientos de consumo de proteína diaria van de 13 a 16% de proteína total para similares pesos (FAO, 2018; FEDNA, 2020).

Es importante buscar otros ingredientes con un carácter económico tanto de proteína como de energía, promoviendo así la mayor rentabilidad; es por ello que dentro de las fuentes alternativas a considerar, se encuentra la pulpa del plátano misma que está compuesta de agua, almidón, azúcares, celulosa, una pequeña cantidad de gomas, resinas, taninos, dextrinas, albuminoide y sustancias minerales tales como cloruros, sulfatos, fosfatos, silicatos y oxalatos de K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, Zn, y Cu de tal manera en Ecuador, el aprovechamiento de las alternativas no es muy difundida, en este caso los frutos del plátano (*Musa paradisiaca* L.) (Carvajal, 2023).

Procesos como la deshidratación de banano para la elaboración de harina representan una alternativa viable para el aprovechamiento de esta fruta, ya que permiten reducir pérdidas poscosecha, disminuir costos de producción para pequeños agricultores y, al mismo tiempo, conservar y concentrar parte de sus nutrientes. Este tipo de transformación agroindustrial contribuye al uso eficiente de recursos agrícolas

que, en muchos casos, no cumplen con los estándares comerciales para el consumo humano.

Las condiciones edafoclimáticas de la región costera ecuatoriana favorecen ampliamente el cultivo de banano, lo que ha convertido a esta fruta en uno de los productos agrícolas más representativos del país. Esta abundancia también abre la posibilidad de utilizar subproductos o fruta de descarte como alternativas alimenticias en sistemas pecuarios, particularmente en pequeñas granjas de producción porcina. En este contexto, el aprovechamiento del banano deshidratado o transformado en harina puede constituir un complemento energético en la alimentación de cerdos, contribuyendo a mejorar la eficiencia productiva y a reducir los costos de alimentación.

La presente investigación busca generar información que beneficie tanto a pequeños productores bananeros como a porcinocultores de traspatio, quienes podrían optimizar el uso de recursos agrícolas disponibles dentro de sus unidades productivas. De esta manera, se promueve un manejo más eficiente de los residuos o productos descartados del mercado de consumo humano, fortaleciendo la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios locales (Yagual, 2015).

Como parte de los antecedentes y la fundamentación teórica del presente estudio, se considera el artículo “Valoración nutricional de tres alternativas alimenticias en el crecimiento y engorde de cerdos (*Sus scrofa domestica*) Nanegal”, publicado en La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. En esta investigación se evaluó el uso de alternativas alimenticias no convencionales en la dieta porcina durante la etapa de crecimiento y engorde. Para el desarrollo del estudio se utilizaron 12 machos castrados de las razas Landrace × Pietrain, con un peso promedio de 29,6 kg, los cuales fueron distribuidos en cuatro tratamientos experimentales para analizar el

efecto de diferentes dietas sobre el desempeño productivo de los animales.

El primer tratamiento consistió en la alimentación con 100 % balanceado, mientras que en los otros tratamientos se incluyó 60 % de alimento balanceado y 40 % de residuos de cosecha, específicamente plátano, zanahoria blanca y camote, la investigación permitió evaluar variables como consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal, evidenciando que los residuos agrícolas pueden emplearse como complemento en la alimentación porcina. Estos resultados aportan antecedentes técnicos relevantes para analizar la viabilidad del uso de nuevas fuentes alimenticias alternativas, como la harina de banano, dentro de los sistemas de producción porcina.

De igual manera, se considera como antecedente el estudio “Evaluación del uso de harina de banano (*Musa paradisiaca*) en dietas para cerdos en etapa de crecimiento y engorde”, en el cual se analiza el potencial de la harina de banano como fuente energética alternativa en la alimentación porcina. En esta investigación se evaluó la inclusión de harina de banano dentro de dietas experimentales para cerdos en fase de crecimiento y engorde, con el fin de determinar su efecto sobre parámetros productivos como ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, indicadores fundamentales para medir el desempeño productivo de los animales.

Los resultados mostraron que la harina de banano aporta alto contenido de carbohidratos y energía manteniendo un valor nutritivo del banano indican que puede aportar aproximadamente 3.564 a 3.702 kcal/kg de energía metabolizable, permitiendo incrementos de peso cercanos a 0,66 a 0,72 kg por día en cerdos en crecimiento, con índices de conversión alimenticia entre 2,71 y 3,03 dependiendo del nivel de inclusión en la dieta. Estos resultados evidencian que la harina de banano puede emplearse como alternativa nutricional viable dentro de sistemas de

producción porcina que buscan aprovechar subproductos agrícolas disponibles y reducir los costos de alimentación. Los resultados del estudio evidencian que la incorporación de harina de banano puede influir en el comportamiento productivo de los cerdos y representar una alternativa viable dentro de las dietas alimenticias, especialmente en sistemas donde se busca aprovechar subproductos agrícolas disponibles.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1.Objetivo General

- Evaluar la harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) como suplemento energético en dietas comerciales para cerdos en la etapa de engorde de (75 a 150 días), en la parroquia de Monte Olivo.

2.2.Objetivos Específicos

- Evaluar los parámetros productivos: peso final, ganancia de peso semanalmente, conversión alimenticia de los cerdos en la etapa de engorde.
- Medir quincenalmente la grasa dorsal de los cerdos en etapa de engorde.

2.3.Hipótesis

- ¿La implementación de la harina de plátano en dietas comerciales, sirve como suplemento alimenticio para cerdos en etapa de engorde, en la parroquia de Monte Olivo?

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1. Producción porcícola a nivel mundial

La producción porcícola mundial desempeña un papel fundamental dentro del sector pecuario debido a su importante impacto, mismo que es utilizado para garantizar la disponibilidad de alimentos e influye con el desarrollo económico de muchas naciones lo que se ve reflejado en un crecimiento sostenido en la producción de alimentos cárnicos porcinos, así que, el consumo de carne de cerdo a nivel mundial ha alcanzado altas significativas para el año 2019 con 12,5 kg y para el año 2023 subió a un 13,1 kg, además, para el año 2030 se estima un aumento del 0,6 % anual (Magaña y otros, 2023).

3.1.1. Los mayores productores porcícolas a nivel mundial

La carne porcina tiene el mayor volumen de producción a escala global, seguida de la carne de ave, la producción internacional de carne de cerdo está liderada por China quien actualmente es responsable de un 49% de la producción porcina global (Gorga, 2025). Por otra parte, la Unión Europea produce un 18,3 % lo que representa un 21,2 Mt, y Estados Unidos con el 11,0 %, con una producción que se ubica en 12,7 Mt, mismos que han mantenido sus posiciones y relevancia en cuanto a producción y flujos de comercio internacional; mientras que en los últimos años, países como Brasil y Rusia, han ido escalando peldaños, aumentando sus producciones y conquistando un espacio importante dentro de la porcicultura global (Castro, 2024).

3.1.2. Proyección en la producción porcícola

La industria porcina a nivel mundial se encuentra en un momento crucial ya que la combinación de factores como presiones económicas, desafíos sanitario, el cambio en la dinámica del mercado y cambios climáticos entre otros, exige nuevos planes estratégicos que se centren en la eficiencia y sostenibilidad de la producción porcícola con la finalidad de satisfacer los requerimientos de cada mercado internacional, por lo que con dietas complementarias, la industria podrían superar estos desafíos y seguir generando mayor demanda en los próximos años (Carrión, 2020).

Se estima que la producción mundial de cerdos y el tamaño de diferentes mercados de carne de cerdo crezcan a nivel mundial con una tasa anual compuesta del 2,0% en el período de pronóstico al 2028 alcanzando los 543,6 mil millones para el mismo año, todo esto gracias a que la carne de cerdo es una de las más consumidas y aceptadas en todo el mundo, evidenciando un crecimiento exponencial en su consumo, y su producción (Gusain, 2021).

3.2. Porcicultura en Ecuador

La porcicultura ecuatoriana tiene una ubicación estratégica en algunas provincias de la Sierra como Imbabura, Pichincha y Cotopaxi, los cuales son centros importantes de producción porcina; sin embargo, se conoce que las granjas más grandes y tecnificadas están ubicadas en la Costa principalmente en la provincia del Guayas y Manabí (Anais, 2021). Las regiones Sierra y Costa concentran el 79% de las granjas

registradas y el 95% de la población porcina encuestada, es así que el sector porcino ha experimentado un crecimiento significativo, con una producción estimada en 222.000 MT en 2024; por su parte, para el año 2025 aún no se encuentran datos estadísticos registrados (Gobernación Provincial de Imbabura, 2024).

La producción porcícola en Ecuador ha experimentado un notable incremento en su demanda en los últimos años, registrado un crecimiento cercano al 40 % en el consumo de carne de cerdo en la última década y de subproductos que se obtienen, con un impacto significativo en la pequeña y grande economía del país, ya que especialmente en áreas rurales donde la actividad porcina desempeña un papel crucial al generar varios empleos y proveer de ingresos a una gran cantidad de familias ecuatorianas, por lo que esta actividad pecuaria ocupa un rol importante en la garantía de la disponibilidad de alimentos en Ecuador al ofrecer una opción asequible de proteína de origen animal en diferentes formas (Zmami, 2023).

Tabla 1

Población porcícola por región y provincias del Ecuador

| Región y provincia | Ganado porcino (cabezas) |
|-----------------------|--------------------------|
| | Total |
| Total nacional | 2,485.226 |
| Región Sierra | 1,615.918 |
| Región Costa | 808.312 |
| Región Amazónica | 60.997 |
| | |

| Región Sierra | |
|-----------------------------------|---------|
| Azuay | 64.309 |
| Bolívar | 47.692 |
| Cañar | 47.398 |
| Carchi | 35.788 |
| Cotopaxi | 179.727 |
| Chimborazo | 134.585 |
| Imbabura | 31.437 |
| Loja | 44.172 |
| Pichincha | 89.123 |
| Tungurahua | 375.734 |
| Santo Domingo de los Tsáchilas | 555.992 |
| Región Costa | |
| El Oro | 88.186 |
| Esmeraldas | 52.006 |
| Guayas | 261.599 |
| Los Ríos | 176.905 |
| Manabí | 208.879 |
| Santa Elena | 18.947 |
| Región Amazónica | |
| Sucumbíos | 8.235 |
| Napo | 7.421 |
| Orellana | 6.510 |

| | |
|------------------|--------|
| Pastaza | 5.084 |
| Morona Santiago | 12.324 |
| Zamora Chinchipe | 21.423 |

Nota. Los datos corresponden a la cantidad de ganado porcino existente en Ecuador en el año 2025. Tomado de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) (2025), por Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

3.2.1 Problemática de la porcicultura en Ecuador

Los cambios en la actividad económica en todas las escalas, medida por el PIB mundial, impacta directamente en la volatilidad de los precios de los alimentos de todo tipo, incluyendo el valor de la carne de cerdo, ya que sugiere cambios en la demanda global del producto en diferentes mercados, todo esto agravado por conflictos geopolíticos que obstaculizan las cadenas de suministro de alimentos e insumos (Orozco & Picón, 2011).

A la fecha actual, el Ecuador no se ha caracterizado por contar con una producción porcina altamente tecnificada, ya que gran parte de dicha actividad se ha desarrollado bajo sistemas tradicionales o de traspatio a los que se alimenta loa animales con los residuos de cocinas y subproductos domésticos, sin manejar una nutrición que satisfaga los requerimientos básicos este manejo en la alimentación pre dispone a la aparición de enfermedades gastroentéricas infecciosas parasitarias incluyendo algunas zoonóticas, entre las que destacan colibacilosis causada por *Escherichia coli*, salmonelosis (*Salmonella spp.*), enteritis por *Clostridium perfringens*, y parasitosis intestinales como ascariasis (*Ascaris suum*), tricurosis (*Trichuris suis*) y cisticercosis (*Taenia solium*) (Montesdeoca, 2022).

La industria porcina en Ecuador se encuentra frente a grandes desafíos de producción, entre ellos mejorar la eficiencia en los sistemas de producción, fortalecer la gestión ambiental y la garantía de los adecuados estándares de sanidad y bienestar en las granjas de producción de cerdos por lo que resulta importante el abordaje de estos desafíos implicando la participación de una cadena de procesos que incluyen la participación de varios colaboradores como el gobierno, la empresa privada y hasta los pequeños productores (Baraja & Bonilla, 2023).

3.3. Nutrición porcícola

Para cubrir adecuadamente los requerimientos nutricionales de los cerdos es necesario considerar el aporte equilibrado de energía, proteínas, minerales, vitaminas y agua, nutrientes que intervienen en procesos fisiológicos esenciales como el crecimiento muscular, el metabolismo energético, la formación de tejido óseo y la regulación de las funciones metabólicas. Según Bustán (2023), el incremento sostenido del consumo de carne de cerdo en diversos países ha impulsado la adopción de estrategias nutricionales más eficientes dentro de los sistemas productivos, con el objetivo de mejorar los indicadores productivos como la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y el rendimiento en canal.

En este contexto, la utilización de fuentes alimenticias alternativas de origen vegetal ha adquirido relevancia dentro de la nutrición porcina, especialmente en regiones tropicales donde existen cultivos abundantes que pueden ser aprovechados como materias primas para la alimentación animal, entre estas alternativas destaca el uso del plátano (*Musa paradisiaca* L.), cuyo fruto presenta una composición nutricional que lo convierte en un recurso potencial como suplemento energético en dietas porcinas. De acuerdo con González (2017), la pulpa del plátano contiene minerales esenciales como potasio (350–400 mg/100 g), magnesio (30–40 mg/100 g), calcio y sodio, los cuales cumplen funciones importantes en el metabolismo y en el equilibrio

electrolítico del organismo animal (Fernández et al., 2021; González, 2017).

Cuando el plátano es sometido a procesos de deshidratación para la obtención de harina, su contenido de nutrientes se concentra, lo que permite obtener un ingrediente con mayor densidad energética y mejor estabilidad para el almacenamiento. En este sentido, el uso de harina de plátano como ingrediente en dietas porcinas puede representar una alternativa viable para reducir los costos de alimentación y aprovechar recursos agrícolas disponibles localmente. Investigaciones realizadas sobre el uso de subproductos del plátano en la alimentación porcina han demostrado que su inclusión en dietas puede contribuir al aporte de carbohidratos energéticos y fibra fermentable, elementos que favorecen el aprovechamiento de nutrientes y el funcionamiento del sistema digestivo en cerdos en crecimiento y engorde (Renaudeau et al., 2014; Yagual, 2015).

Por lo tanto, el aprovechamiento de materias primas alternativas como la harina de plátano dentro de las dietas comerciales para cerdos puede contribuir a mejorar la eficiencia alimenticia, reducir los costos de producción y fortalecer la sostenibilidad de los sistemas porcícolas, especialmente en regiones donde la producción de banano y plátano constituye una actividad agrícola relevante (González, 2017; Yagual, 2015).

3.3.1. Energía

Una de las principales fuentes de energía es el maíz en las dietas porcinas, la industria porcícola se ve ampliamente afectada por la variabilidad de su precio y disponibilidad, se ve influenciada por los costos de producción y otros factores externos, tal situación repercute directamente en la rentabilidad del sector de producción porcícola, por lo tanto la energía es el componente más caro dentro de la dieta del ganado porcino ya que su requerimiento energético representa alrededor del

50% de los costos totales de una dieta de cerdos, por lo que es importante identificar y evaluar fuentes energéticas alternativas de menor costo (Murcia, Savio, Cora, & Adrián, 2024).

3.3.2. Proteínas y aminoácidos

Las proteínas son el principal constituyente celular y se forman por cadenas de aminoácidos en diferentes combinaciones mismos que se absorben para formar nueva proteína fácilmente asimilable por el organismo de los cerdos por lo que se considera un requerimiento importante dentro de su alimentación el nivel proteico; estas se pueden obtener de fuentes proteicas vegetales como harina de soja, girasol, alfalfa entre otros (Armas, 2022).

3.3.3. Uso de la harina de plátano en la producción porcícola

El uso de frutas como el plátano (*Musa paradisiaca* L.) en la alimentación porcina se ha practicado desde años atrás; dicha musácea se cultiva ampliamente en diversos países con fines de exportación, por lo que se origina un volumen considerable de frutos que no cumplen los estándares de calidad para el mercado externo y quedan destinadas al consumo nacional, e incluso para la alimentación animal como rechazo. por ende, dichos frutos, buscan ser utilizados de manera eficiente en la alimentación de cerdos u otros animales (Pacheco y Testa, 2005).

3.4. Harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.)

El plátano es una especie perteneciente al género *Musa* de la familia *Musaceae*, cuyo consumo está en auge debido a su potencial nutricional y sus beneficios. Es un alimento que contiene elevados niveles de azúcares en su última etapa de maduración,

vitaminas, sales minerales y pequeñas cantidades de proteína, siendo reconocido también por su valor nutricional y fácil digestión para todas las especies; del plátano verde deshidratado se puede obtener diferentes derivados a través de la industria de procesamiento tal es el caso de la harina de (Araya y otros, 2014).

3.4.1. Características del plátano en fase verde

El fruto del plátano (*Musa paradisiaca* L.) en estado fisiológico verde se caracteriza por su elevado contenido de almidón, posee una piel gruesa de color verde llegando a pesar 200g, este fruto es harinoso rica en almidones, por lo tanto, al ser rico en almidones resistentes, favorece a la proliferación de bacterias beneficiosas con efecto regulador y efectos prebióticos, que ayudan a regenerar la flora intestinal de los animales (Fundación Española de la Nutrición, 2017).

La harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) presenta altos contenidos de carbohidratos solubles, pudiendo ser utilizada en la industria de la alimentación de los animales por su relación nutritiva y la gran digestibilidad de sus fracciones no nitrogenadas (formadas predominantemente por sacarosa y azúcar invertido); la harina de plátano debe ser considerada como un componente calórico y energético de la ración alimenticia, por ende su alta palatabilidad permite emplear eficazmente como suplemento para todo los tipos de animales de cría; No se debe pasar la proporción de un 10 – 20% de la ración alimenticia, teniendo en cuenta la ausencia de la fracción proteica y siempre con la condición que la dieta comprenda igualmente compuestos ricos en proteínas digestibles y en cantidades suficientes (García & Ramírez, 2012).

3.4.3. Composición química y principios activos del plátano

Entre los principales componentes de la harina de plátano (*Musa paradisiaca L.*) que posemos encontrar después de su proceso de secado (peso seco-ps) compuestos como fitoesteroles, campesterol, estigmasterol y β -sitosterol; con un alto contenido de fibra dietética total la cual consiste en almidón resistente y fructanos, mientras que los azúcares solubles suelen ser relativamente bajos debido al limitado grado de maduración del fruto utilizado, en cuanto a su fracción mineral los niveles de calcio (24-40/100g), hierro (0.6-1.2mg/100g) y zinc (0.15-0.25mg/100g) generalmente se consideran moderados a bajos (Zhang y otros, 2018).

3.4.2. Aporte nutricional de la harina de plátano (*Musa paradisiaca L.*)

La composición del plátano destaca por su elevado aporte de hidratos de carbono (dependiendo del grado de madurez), bajo en grasa y proteína, de este modo, las piezas más verdes o más tiernos presentan mayor proporción de almidón, y las más maduras presentan mayor nivel de sacarosa, fructosa y glucosa (Bajaña y otros, 2015).

Tabla 2

Componentes nutricionales de la harina de plátano (Musa paradisiaca L.)

| Componente | Contenido aproximado |
|------------------------|-----------------------------|
| Proteína cruda | 3.3 – 3.9 % |
| Grasa (extracto etéreo | 1.0 – 1.6 % |
| Carbohidratos totales | 78.5 – 83.9 % |
| Fibra cruda | 4.1 – 5.1 % |

Energía

340 – 359 %

Nota. Adaptado de: Botello et al., (2023)

Tabla 3

Valor nutricional del plátano (Musa paradisiaca L.) – por 100 g

| Componente | Contenido aproximado | Unidad |
|---------------------------|-----------------------------|---------------|
| Energía | 89 | kcal |
| Agua | 75.1 | g |
| Carbohidratos | 22.8 | g |
| Azúcares | 12.2 | g |
| Fibra dietética | 2.6 | g |
| Proteínas | 1.1 | g |
| Grasas totales | 0.3 | g |
| Potasio | 358 | mg |
| Calcio | 5 | mg |
| Magnesio | 27 | mg |
| Fósforo | 22 | mg |
| Hierro | 0.3 | mg |
| Vitamina C | 8.7 | mg |
| Vitamina B1 (Timina) | 0.031 | mg |
| Vitamina B2 (Riboflavina) | 0.073 | mg |
| Vitamina B3 (Niacina) | 0.665 | mg |
| Vitamina B6 | 0.367 | mg |
| Ácido fólico | 20 | µg |

Nota. Se muestra los valores nutricionales del plátano (*Musa paradisiaca* L)

Adaptado de: Fernández et al., (2022)

3.4.3. Hidratos de carbono complejos

Los hidratos de carbono complejos constituyen el principal componente energético del plátano (*Musa paradisiaca* L.), especialmente cuando el fruto se encuentra en estado verde, condición en la que generalmente se utiliza para la elaboración de harina destinada a la alimentación animal. En esta etapa, los carbohidratos totales pueden representar aproximadamente entre 70 % y 80 % de la materia seca, siendo el almidón el principal polisacárido de reserva, por lo que, este almidón se caracteriza por presentar una fracción importante de almidón resistente, que puede variar entre 10 % y 20 % del total de carbohidratos, dependiendo del grado de madurez del fruto y del proceso de secado utilizado para la obtención de la harina (Barreto et al., 2015; Soto Azurduy, 2010).

Soto Azurduy (2010) señala que este tipo de almidón presenta un comportamiento fisiológico similar al de la fibra dietética, contribuyendo a mejorar los procesos fermentativos y a la producción de ácidos grasos de cadena corta, compuestos que participan en el metabolismo energético del organismo. De manera complementaria, estudios sobre el uso de subproductos del plátano en alimentación animal han indicado que estos carbohidratos complejos favorecen una liberación gradual de energía, lo que puede mejorar el aprovechamiento energético en animales monogástricos como los cerdos (Ovando, 2009).

En relación con la nutrición porcina, los ingredientes ricos en almidón constituyen una de las principales fuentes energéticas utilizadas en dietas comerciales para cerdos en crecimiento y engorde. En este sentido, Renaudeau et al. (2014) demostraron que la harina de plátano puede emplearse como ingrediente energético alternativo en dietas porcinas, contribuyendo al aporte de

carbohidratos y al mantenimiento del rendimiento productivo de los animales cuando se utiliza como sustituto parcial de fuentes energéticas tradicionales como el maíz. Asimismo, Yagual (2015) señala que el uso de harina de plátano en dietas para cerdos de engorde permite aprovechar su elevado contenido de almidón y su disponibilidad energética, lo que puede contribuir al crecimiento y desarrollo productivo de los animales.

3.4.4. Fibra

El plátano (*Musa paradisiaca* L.) contiene dos tipos principales de fibra dietética: fibra soluble e insoluble, las cuales forman parte de la estructura de la pared celular del fruto; estas fibras están constituidas principalmente por celulosa, lignina, pectina, hemicelulosas y ceras, compuestos que aportan propiedades estructurales y funcionales al alimento (Yagual, 2015; García & Ramírez, 2012). En términos nutricionales, el plátano fresco puede contener aproximadamente 2 % a 3 % de fibra dietética, mientras que en productos procesados como la harina de plátano este valor puede concentrarse y alcanzar entre 8 % y 15 % de fibra total, debido a la reducción del contenido de humedad durante el proceso de secado (Yagual, 2015; García & Ramírez, 2012).

En el ámbito de la nutrición animal, específicamente en los cerdos de engorde, la presencia de fibra dietética en ingredientes como la harina de plátano puede contribuir al mejor funcionamiento del sistema digestivo de los animales monogástricos, ya que favorece la motilidad intestinal y estimula los procesos de fermentación microbiana en el intestino grueso. Durante este proceso, parte de la fibra fermentable puede transformarse en ácidos grasos de cadena corta, los cuales aportan energía adicional y favorecen la salud intestinal. Diversos estudios sobre nutrición porcina han señalado que dietas que contienen niveles moderados de fibra fermentable pueden mejorar el equilibrio del microbiota intestinal y la eficiencia en la

utilización de nutrientes en cerdos en crecimiento (Agyekum & Nyachoti, 2017; Ovando, 2009).

Además, el uso de subproductos del plátano en la alimentación animal ha demostrado ser una alternativa viable como fuente de carbohidratos estructurales y fibra dietética, especialmente cuando se emplea como sustituto parcial de ingredientes energéticos tradicionales en dietas para cerdos en crecimiento y engorde (Renaudeau et al., 2014; Yagual, 2015).

3.4.5. Minerales

Entre estos minerales, el potasio es el más abundante, con concentraciones aproximadas de 350 a 400 mg por cada 100 g de pulpa fresca, lo que representa cerca del 10 % del requerimiento diario recomendado en cerdos jóvenes y constituye un elemento fundamental en la regulación del equilibrio sodio–potasio, el mantenimiento del potencial eléctrico de las células y la correcta transmisión de impulsos nerviosos (Elías, 2017; Fernández et al., 2021).

Asimismo, el plátano contiene magnesio en concentraciones cercanas a 30–40 mg por cada 100 g, mineral que participa en más de 300 reacciones enzimáticas del metabolismo, incluyendo procesos relacionados con la síntesis de proteínas, la producción de energía y la formación de tejido óseo. El magnesio también desempeña un papel importante en la contracción muscular, la función cardíaca y la transmisión neuromuscular, lo que contribuye al mantenimiento de la homeostasis fisiológica del organismo, además, el plátano aporta otros minerales en menores proporciones, como fósforo (20–25 mg/100 g), calcio (5–10 mg/100 g) y hierro (0.3–0.6 mg/100 g), los cuales complementan el valor nutricional de este alimento y favorecen el desarrollo estructural y metabólico en animales en crecimiento (Elías, 2017; Fernández et al., 2021; FEN, 2017).

En el caso de la harina de plátano, estos minerales se concentran debido al proceso de deshidratación, pudiendo incrementarse hasta 2 a 3 veces respecto al fruto fresco, lo que la convierte en un ingrediente con potencial nutricional dentro de las dietas animales, por ende, la

presencia de estos elementos minerales favorece el equilibrio electrolítico, la actividad muscular y el metabolismo energético, aspectos fundamentales para el crecimiento y desarrollo productivo de los animales de engorde (Elías, 2017).

3.4.6. Proceso de digestión de la harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.)

La harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) presenta características digestivas particulares debido a su composición nutricional, especialmente por su elevado contenido de almidón resistente, carbohidratos complejos y fibra dietética; en base seca, esta harina puede contener aproximadamente entre 65 % y 80 % de carbohidratos totales, de los cuales alrededor de 10 % a 20 % corresponde a almidón resistente, fracción que no es hidrolizada completamente por las enzimas digestivas presentes en el estómago ni en el intestino delgado. Como consecuencia, una parte significativa de este almidón llega al intestino grueso sin ser digerida, donde es fermentada por el microbiota intestinal, proceso que mejora la eficiencia digestiva y el aprovechamiento de nutrientes en los animales (Martínez, 2009; Soto Azurduy, 2010).

Diversos estudios han señalado que el almidón del plátano verde presenta una digestibilidad menor en el intestino delgado en comparación con otros cereales, lo que favorece su comportamiento como fibra funcional en el sistema digestivo. En este sentido, Zhang et al. (2005) demostraron que el almidón del plátano puede presentar niveles elevados de resistencia a la digestión enzimática, característica que permite su fermentación en el intestino grueso y la producción de metabolitos beneficiosos para el organismo animal, por lo que, estos autores indican que la composición del almidón de plátano y su estructura granular influyen directamente en su digestibilidad y en su capacidad para actuar como sustrato prebiótico en el tracto gastrointestinal (Zhang et al., 2005; Zhang et al., 2018).

Durante el proceso de fermentación microbiana en el intestino grueso se generan ácidos grasos de cadena corta (AGCC), principalmente acetato, propionato y butirato, los cuales

constituyen aproximadamente entre 70 % y 90 % de los productos finales de la fermentación bacteriana. Estos compuestos desempeñan funciones fisiológicas relevantes, ya que pueden aportar entre 5 % y 10 % de la energía metabólica del animal, además de mejorar la salud intestinal, fortalecer la integridad de la mucosa digestiva y favorecer la absorción de nutrientes. Según Patience J. F., Rossoni-Serão M. C. y Gutiérrez N. A., los procesos de fermentación de carbohidratos complejos en el intestino posterior de los cerdos contribuyen significativamente al aprovechamiento energético y al equilibrio del microbiota intestinal en sistemas de producción porcina intensiva (Patience et al., 2015).

Adicionalmente, la presencia de fibra dietética en la harina de plátano puede oscilar entre 8 % y 15 % de fibra total, mientras que la fibra cruda puede variar entre 2 % y 6 %, lo que contribuye a disminuir la velocidad de digestión de los carbohidratos y a regular la liberación de glucosa en el torrente sanguíneo, esta digestión más lenta permite un suministro energético más estable en comparación con harinas convencionales como la de maíz o trigo, ahora bien, Daniel Renaudeau y colaboradores demostraron que el uso de harina de plátano en dietas porcinas puede influir en el comportamiento digestivo, la utilización de nutrientes y el rendimiento productivo de los animales en fase de crecimiento y engorde, especialmente cuando se utiliza como sustituto parcial de fuentes energéticas tradicionales (Renaudeau et al., 2014; Ovando, 2009).

3.4.7. Acción fisiológica de la harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) en cerdos de engorde

La inclusión de suplementos energéticos en la dieta de cerdos en crecimiento y engorde es fundamental para cubrir los requerimientos metabólicos asociados al mantenimiento, crecimiento muscular y acumulación de reservas corporales, a partir de este contexto, la harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) constituye una fuente alternativa

de energía debido a su alto contenido de carbohidratos digeribles, los cuales pueden representar entre 70 % y 80 % de su composición seca, principalmente en forma de almidón.

Estos compuestos energéticos permiten a los animales obtener entre 3.2 y 3.5 Mcal de energía metabolizable por kilogramo de materia seca, contribuyendo a los procesos fisiológicos esenciales, como la síntesis de glucógeno hepático y la acumulación de grasa corporal necesaria para el desarrollo productivo, por ello, el adecuado aporte energético, proteico y mineral resulta indispensable para mantener tasas óptimas de crecimiento y eficiencia alimenticia en cerdos de engorde (Olsen y otros, 2021).

La harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) se utiliza frecuentemente como suplemento energético en dietas para cerdos en fase de crecimiento y finalización, debido a su elevada disponibilidad de carbohidratos y su digestibilidad moderada, sin embargo, su uso debe ser controlado según la etapa fisiológica del animal, por ejemplo, en el caso de cerdas gestantes, el consumo excesivo puede provocar incrementos de peso corporal superiores al normal y en cerdas lactantes, el uso de la harina de plátano como fuente principal de energía no es recomendable, ya que dietas con altos niveles de carbohidratos fermentables pueden provocar trastornos digestivos y episodios de diarrea.

Por esta razón, diversos estudios sugieren que la inclusión de harinas vegetales en dietas porcinas debe mantenerse en un rango aproximado de 30 % a 50 % de la ración total, dependiendo de la formulación nutricional y del balance con otras fuentes proteicas y energéticas (Maner, 2020).

Desde el punto de vista fisiológico y digestivo, la harina de plátano también aporta beneficios relacionados con la salud intestinal de los cerdos de engorde, gracias a que contiene una fracción importante de almidón resistente, que puede representar entre 8 % y 15 % del total de carbohidratos, el cual no se digiere completamente en el intestino

delgado y llega al intestino grueso donde actúa como prebiótico (Zhang et al., 2005).

Este proceso favorece el crecimiento de microorganismos beneficiosos del microbiota intestinal, como bacterias productoras de ácidos grasos de cadena corta, que mejoran la digestión, la absorción de nutrientes y la integridad del epitelio intestinal; además, la fermentación de estos compuestos contribuye a la producción de sustancias que ayudan a inhibir patógenos entéricos como *Salmonella* spp. y *Escherichia coli*, reduciendo la incidencia de enfermedades digestivas en sistemas de producción intensiva.

Asimismo, la harina de plátano aporta minerales esenciales como potasio (300–400 mg/100 g), magnesio (30–40 mg/100 g) y una elevada proporción de carbohidratos; sin embargo, su contenido proteico es relativamente bajo, con valores cercanos al 3 %–5 % de proteína cruda, por lo que su uso en dietas porcinas requiere complementarse con fuentes proteicas como soya u otras harinas vegetales para garantizar un balance nutricional adecuado (Ortega, 2016).

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Biológicos

- 24 cerdos (machos castrados, raza Landrace x Pietrain)
- Análisis bromatológico - para determinar los parámetros nutricionales la harina de plátano (energía metabolizable, proteína digestible)

4.1.2. Físicos

- Corrales/jaulas (24)
- Comederos (24)
- Bebederos (24)
- Termómetro °C (1)

4.1.3. Equipos electrónicos

- Dispositivo (medidor de grasa dorsal- Renco Lean-Meater ®)
- Balanza electrónica de 500kg (SHINE)
- Balanza electrónica de 5 kg (CAMRY)

4.1.4. Equipos de limpieza y desinfección

- Bomba de fumigación
- Hidro lavadora

4.1.5. Alimento

- Harina de plátano (*Musa paradisiaca L*)
- Pienso comercial

4.2. Método

4.2.1. Diseño experimental

Se desarrolló el experimento utilizando un análisis estadístico de Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de doce unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo conformada por dos cerdos alojados individualmente en corrales independientes, siendo veinticuatro cerdos en total los necesarios para el correcto desarrollo de la investigación.

Tabla 4

Tratamientos de Inclusión

| <i>Tratamientos</i> | <i>Inclusión</i> |
|---------------------|---|
| <i>T1</i> | Dieta comercial (Testigo) |
| <i>T2</i> | Dieta comercial más suplemento de harina de plátano 10% |
| <i>T3</i> | Dieta comercial más suplemento de harina de plátano 20% |

Nota. La dieta comercial utilizada como base en todos los tratamientos fue (Balproec, Agromas, composición nutricional: proteína %, energía X Mcal/kg, etc.). T1 corresponde al grupo control sin suplementación; T2 y T3 corresponden a los grupos con inclusión creciente de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.).

Tabla 5

Diseño completamente al azar (DCA)

DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR (DCA)

| 3 Tratamientos × 4 Repeticiones = 12 UE | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| TRATAMIENTOS | R1 | R2 | R3 | R4 | TOTAL |
| T1 (dieta comercial) | 2 UE | 2 UE | 2 UE | 2 UE | 8 cerdos |
| T2 (dieta comercial + 10% de harina de plátano) | 2 UE | 2 UE | 2 UE | 2 UE | 8 cerdos |
| T3 (dieta comercial + 20% de harina de plátano) | 2 UE | 2 UE | 2 UE | 2 UE | 8 cerdos |
| TOTAL | | | | | 24 cerdos |

Nota. Cada unidad experimental (UE) estuvo conformada por 2 cerdos alojados individualmente. T1 = dieta comercial sin suplementación (grupo control); T2 = dieta comercial + 10% de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.); T3 = dieta comercial + 20% de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.). R = repetición.

Tabla 6

Análisis de varianza (ANOVA)

| Fuente de variación | Grados de libertad |
|--------------------------------|---------------------------|
| Total | 11 |
| Tratamientos | 2 |
| Error | 9 |

4.2.2 Adaptación de los animales

La etapa de adaptación de los cerdos se desarrolló en siete días, todos los porcinos que entraron a ser investigados fueron pesados a su llegada para establecer el peso inicial de cada uno de ellos con el fin de tener una referencia base (Anexo 1). En este periodo, se procedió a suministrar un reconstituyente multivitamínico que contiene Complejo B, electrolitos y dextrosa (Amino-vit) el cual tiene la función de regular desequilibrios fisiológicos causados por el stress del viaje, este producto se aplicó por vía subcutánea en una dosis de 1 ml por kg/ de peso; además se inyectó un antibiótico (Penicilina L.A.) con la finalidad de prevenir enfermedades respiratorias que se puede producir por el traslado de los porcinos, este fármaco fue suministrado con una dosis de 1 ml por cada 10-20 Kg de peso vivo por vía intramuscular (Anexo 2).

4.2.3. Desparasitación

La desparasitación es una actividad de suma importancia para la salud de los porcinos, a través de ella se logra controlar parásitos gastrointestinales, pulmonares y ectoparásitos que se puede encontrar en los lechones, el antiparasitario utilizado fue una Ivermectina al 1% aplicada por vía subcutánea en una dosis de 1 ml por ca 33 kg de peso vivo (Anexo 2) (Ovando, 2009).

4.2.4. Alimentación

Las unidades experimentales del T1 recibieron una dieta comercial para la etapa de engorde, según indicaciones del fabricante. Las suplementaciones utilizadas van de acuerdo con el trabajo de investigación de Ayala, Gómez, & Guerrero (2015), los tratamientos experimentales incluyeron niveles de suplementación con la harina de

plátano (*Musa paradisiaca*), de manera que las unidades experimentales de T2 recibieron una dieta comercial suplementada con un 10% de harina de plátano, mientras que el tratamiento T3 recibió una dieta comercial suplementada con un 20% calculado sobre la ración diaria total.

La ración suministrada de alimento diaria a cada animal fue de acuerdo al programa de alimentación según el balanceado (Balproec), fraccionando en dos suministros tanto en la mañana como en la tarde (Anexo 9).

4.2.5. Desperdicios

Los sobrantes o residuos de alimento fueron cuantificados diariamente antes del suministro de la nueva ración correspondiente a cada tratamiento. Para ello, el alimento remanente en los comederos fue recolectado y pesado utilizando una balanza digital previamente calibrada, registrando el valor en kilogramos para cada unidad experimental.

Este procedimiento permitió determinar con precisión el consumo real de alimento, mediante la diferencia entre la cantidad ofrecida y la cantidad sobrante, garantizando así un cálculo exacto de la conversión alimenticia y del consumo voluntario en cada tratamiento Álvarez et al (2022).

4.2.6. Mediciones de grasa dorsal

Durante el experimento se evaluó el espesor de la grasa dorsal de cada cerdo mediante un equipo de ultrasonido Renco Lean-Meater ®, por ende, la medición se realizó in vivo, aplicando previamente una capa delgada de gel de ultrasonido sobre el lomo del cerdo, a la altura de la décima costilla y a seis centímetros de la línea media dorsal, con el propósito de asegurar una adecuada transmisión del ultrasonido; seguidamente, la sonda fue colocada de forma perpendicular al punto de medición, ejerciendo una presión moderada y

realizando movimientos circulares suaves para eliminar posibles burbujas de aire entre la piel y el transductor, registrándose el valor indicado por el dispositivo (Renco, 2013).

Este método resulta de especial interés para el sector porcino nacional debido a su accesibilidad económica y a la confiabilidad de los datos obtenidos sobre grasa; por otra parte, los datos fueron recolectados con frecuencia quincenal hasta finalizar el trabajo en campo, además, se sacrificó un cerdo por tratamiento con el objetivo de evaluar de manera directa el espesor de grasa dorsal, por ende, para esta medición se utilizó un calibrador vernier (pie de rey), instrumento de precisión empleado para determinar espesores con exactitud milimétrica (Aguilera & Arango, 2015).

La medición del espesor de grasa subcutánea permitió registrar cambios en la acumulación de grasa subcutánea como indicador del rendimiento corporal en los tratamientos experimentales; finalmente, los datos obtenidos se registraron en las fichas correspondientes para su análisis y comparación entre los tratamientos (Campagna, Silva, & Somenzini, 2019).








4.2.7. Obtención de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L)

El plátano (*Musa paradisiaca* L.) fue cosechado en un estado fenológico de madurez correspondiente a aproximadamente 95 días, utilizándose únicamente la pulpa. Este fue sometido a un secado natural a temperatura ambiente durante aproximadamente 25 días (Ilustración 2), en una instalación acondicionada para favorecer la retención de calor. Posteriormente, el material seco fue molido finamente para la obtención de harina, la cual fue sometida a análisis bromatológico en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Santa Catalina (INIAP) (Anexo10), utilizando una muestra de 500 g para la determinación de los parámetros

nutricionales (Tabla 4) (Soto Azurduy, 2010).

Figura 1

Estado Fisiológico del plátano (Musa paradisiaca L)

| COLOR | DESCRIPCIÓN |
|---|--------------------------------|
|  | 1- Totalmente verde |
|  | 2- Verde con trazos amarillos |
|  | 3- Más verde que amarillo |
|  | 4- Más amarillo que verde |
|  | 5- Amarillo con puntas verdes |
|  | 6- Completamente amarilla |
|  | 7- Amarilla con áreas marrones |

Nota: Para la elaboración de la harina de plátano, el fruto fue procesado en el estadio fenológico 2 de madurez, caracterizado por una coloración predominantemente verde con presencia de áreas amarilla incipientes, Fuente: Alemán (2019).

Tabla 7

Resultados obtenidos del análisis bromatológico

| <i>Resultados de análisis</i> | | |
|-------------------------------|-------------------|---------------|
| <i>Análisis</i> | <i>Resultados</i> | <i>Unidad</i> |
| <i>Humedad</i> | 10,12 | % |
| <i>Cenizas</i> | 1,42 | % |

| | | |
|--------------------------------------|-------|---------|
| <i>Extracto etéreo (EE)</i> | 1,37 | % |
| <i>Proteína</i> | 7,39 | % |
| <i>Fibra</i> | 1,31 | % |
| <i>Elementos libres de nitrógeno</i> | 88,51 | % |
| <i>Energía digerible</i> | 3,6 | Mcal/kg |

Nota: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Santa Catalina [INIAP] (2025).

4.2.8. Pesaje

El peso vivo de los animales se registra semanalmente a las 09:00h de la mañana, con el fin de mantener uniformidad en las condiciones de medición y reducir variaciones asociadas al consumo reciente de alimento; cada cerdo constituye una unidad experimental dentro de su respectivo tratamiento y repetición, por lo que todos los animales son pesados de forma individual utilizando una balanza electrónica de 500kg; los valores obtenidos se consignan en las fichas de registros correspondientes el control del crecimiento y la evaluación productiva durante el periodo experimental (Aguilera & Arango, 2015).

Al finalizar el experimento, se registran los pesos finales de cada animal, información que se utiliza para el cálculo de indicadores productivos, entre ellos la ganancia de peso, la conversión alimenticia, permitiendo así la comparación del desempeño entre los tratamientos evaluados.

4.2.9. Variable independiente:

- Alimentación con dieta comercial más la inclusión de harina de plátano (*Musa*

paradisiaca L.)

4.2.10. Variable dependiente:

A. Ganancia de peso cada semana y al final de la etapa de engorde (75 días a 150 días).

El peso corporal de los cerdos fue registrado semanalmente durante toda la etapa de engorde, comprendida entre los 75 y 150 días de edad; para determinar la ganancia de peso semanal, se calculó la diferencia entre el peso final y el peso inicial de cada semana evaluada (Alemán, 2019).

$$GP = \frac{\text{Peso final de la semana} - \text{Peso inicial de la semana}}{\text{Número de días}}$$

El pesaje de los animales se realizó de forma individual cada domingo por la mañana 9:00 am, utilizando una balanza de plataforma con capacidad de 500 kg, con los animales en ayuno para evitar variaciones por contenido gastrointestinal. Los datos fueron registrados en una hoja de campo y posteriormente tabulados para el cálculo de la ganancia diaria de peso vivo (GDPV).

B. Conversión alimenticia

Para calcular la conversión alimenticia, se tomó el consumo y ganancia de peso cada semana y se ejecutó la fórmula de acuerdo a Álvarez et al (2022).

$$CA = \frac{-\text{Alimento consumido}}{\text{Peso final} - \text{Peso inicial (ganancia de peso)}}$$

C. Medir la grasa dorsal

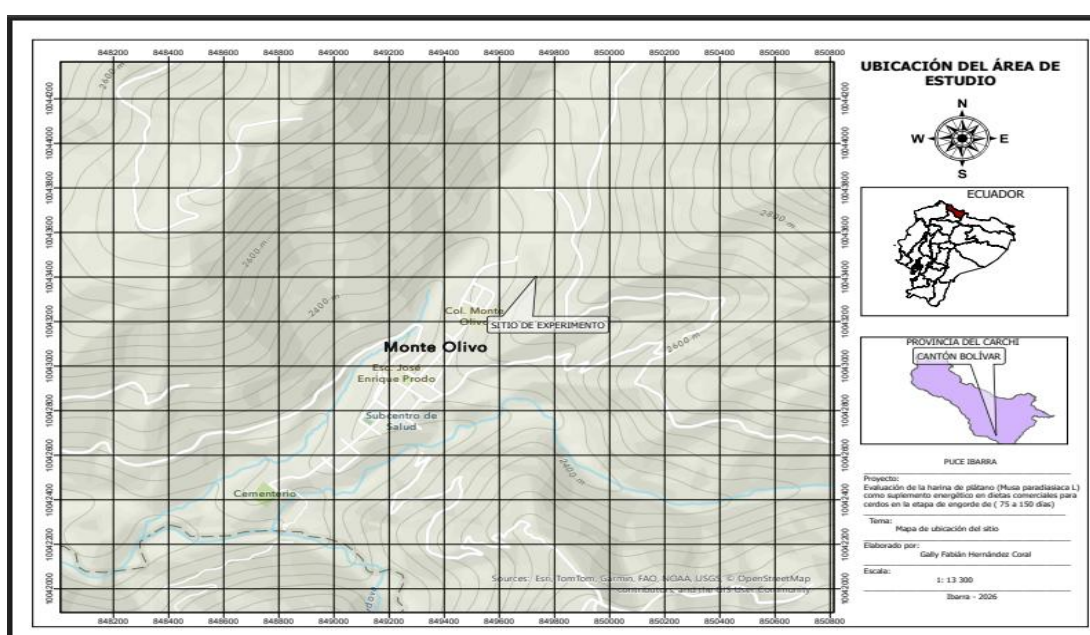
El espesor de grasa dorsal se evaluado como indicador del grado de deposición lipídica y del rendimiento corporal durante la etapa de engorde (75-150 días); la medición se realizó con una frecuencia quincenal a lo largo del experimento y, adicionalmente, para ello, se empleó un dispositivo de ultrasonido portátil Renco Lean-Meater®, equipo diseñado específicamente para la determinación del espesor de grasa subcutánea, adicionalmente

al finalizar la etapa de engorde se sacrificó un cerdo por tratamiento para determinar de manera directa el espesor de grasa subcutánea (Aguilera & Arango, 2015).

4.2.11. Localización

Figura 2

Zona donde se llevó a cabo el experimento



Nota: Ubicación del área de estudio correspondiente a la Parroquia Monte Olivo.

Mapa obtenido de Google Earth y procesado en ArcGIS Pro en los laboratorios de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ibarra (PUCE-I, 2026).

La investigación se desarrolló en la Parroquia Monte Olivo, ubicada al suroriente del cantón Bolívar, en la Provincia del Carchi, Ecuador. Geográficamente, la parroquia se sitúa entre las coordenadas 0° 20'00" y 0° 28'00" de latitud Norte, y entre los 77° 48'00" y 77° 58'00" de longitud Oeste, a una altitud promedio de 2.650 m s.n.m.. Esta zona pertenece a la clasificación climática Mesotérmico Húmedo (CF), caracterizada por

temperaturas medias anuales que oscilan entre los 12 °C y 18 °C, con una precipitación media anual superior a los 1.000 mm, distribuida a lo largo de todo el año, lo que favorece una humedad relativa elevada y condiciones apropiadas para el desarrollo de actividades agropecuarias (Google Earth, 2026).

La granja donde se llevó a cabo el experimento cuenta con infraestructura adecuada para la crianza de cerdos en etapa de engorde, con instalaciones que incluyen corrales individuales con comederos y bebederos de tipo chupete, ventilación natural y piso de cemento. Las condiciones ambientales del lugar, como la temperatura y la humedad, son representativas de los sistemas de producción porcina de la sierra norte del Ecuador.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Determinación del efecto de la suplementación energética con harina de plátano (*Musa paradisiaca L.*) en dietas comerciales para cerdos en la etapa de engorde

5.1.1. Prueba de Normalidad y Homogeneidad de Varianza

Una vez procesados los datos se procedió a la realización de la prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk, obteniendo, en todos los casos valores de p-value $> 0,05$, indicando que provienen de una distribución normal. Se aplicó también la prueba de Levene; demostrando homogeneidad de varianza para posteriormente aplicar el ANOVA en la mayoría de casos. Para el caso de la variable conversión alimenticia en las semanas 3, 9 y 10 en las que la prueba de Levene marca valores por debajo del p-value 0,05 la literatura estadística señala que el ANOVA es una prueba relativamente robusta frente a desviaciones moderadas de esa homogeneidad, especialmente cuando se cumple la normalidad y el diseño experimental es balanceado. En este sentido, McKillup, (2005) indica que el ANOVA puede tolerar ciertas violaciones de la homocedasticidad sin que ello afecte de manera sustancial la validez del estadístico F, particularmente cuando los tamaños muestrales son iguales entre tratamientos. De igual forma, Zhang (2025), señala que cuando las muestras presentan distribución normal y tamaños equivalentes, el ANOVA mantiene un control adecuado del error tipo III aun en presencia de heterogeneidad moderada de varianzas. Por lo tanto, considerando que en el presente estudio las variables cumplieron el supuesto de normalidad y que el diseño fue completamente balanceado, el uso del análisis de varianza se considera estadísticamente apropiado, incluso en aquellos casos donde se detectaron desviaciones puntuales de homocedasticidad. Los datos se muestran en la tabla 6.

Tabla 8

Resultados de las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza para las variables dependientes.

| <i>Variable</i> | <i>Observaciones</i> | <i>Promedio</i> | <i>Desviación estándar</i> | <i>Shapiro-test</i> | | <i>Levene-test</i> | |
|-----------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------|----------------|--------------------|----------------|
| | | | | <i>W</i> | <i>P-Value</i> | <i>F</i> | <i>P-Value</i> |
| <i>Peso inicial</i> | 12 | 27,286 | 1,453 | 0,876 | 0,077 | 0,842 | 0,462 |
| <i>Peso semana 1</i> | 12 | 32,806 | 1,652 | 0,932 | 0,403 | 1,016 | 0,400 |
| <i>Peso semana 2</i> | 12 | 39,337 | 2,275 | 0,865 | 0,057 | 0,035 | 0,966 |
| <i>Peso semana 3</i> | 12 | 46,637 | 2,322 | 0,861 | 0,051 | 0,056 | 0,946 |
| <i>Peso semana 4</i> | 12 | 54,943 | 2,556 | 0,912 | 0,229 | 0,205 | 0,819 |
| <i>Peso semana 5</i> | 12 | 62,724 | 2,461 | 0,912 | 0,225 | 0,300 | 0,748 |
| <i>Peso semana 6</i> | 12 | 71,264 | 2,445 | 0,904 | 0,180 | 0,338 | 0,722 |
| <i>Peso semana 7</i> | 12 | 79,692 | 2,476 | 0,927 | 0,348 | 0,324 | 0,732 |
| <i>Peso semana 8</i> | 12 | 88,604 | 2,462 | 0,913 | 0,233 | 0,207 | 0,817 |
| <i>Peso semana 9</i> | 12 | 97,200 | 2,442 | 0,906 | 0,191 | 0,312 | 0,740 |
| <i>Peso semana 10</i> | 12 | 106,204 | 2,418 | 0,938 | 0,469 | 0,368 | 0,702 |

| | | | | | | | |
|---|----|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| <i>Conversión alimenticia semana 1</i> | 12 | 1,737 | 0,106 | 0,877 | 0,081 | 1,724 | 0,232 |
| <i>Conversión alimenticia semana 2</i> | 12 | 1,813 | 0,100 | 0,961 | 0,804 | 0,376 | 0,697 |
| <i>Conversión alimenticia semana 3</i> | 12 | 1,804 | 0,095 | 0,968 | 0,886 | 7,373 | 0,013 |
| <i>Conversión alimenticia semana 4</i> | 12 | 1,824 | 0,094 | 0,887 | 0,109 | 0,177 | 0,841 |
| <i>Conversión alimenticia semana 5</i> | 12 | 2,162 | 0,071 | 0,973 | 0,938 | 1,830 | 0,215 |
| <i>Conversión alimenticia semana 6</i> | 12 | 2,170 | 0,063 | 0,889 | 0,114 | 0,188 | 0,832 |
| <i>Conversión alimenticia semana 7</i> | 12 | 2,354 | 0,056 | 0,896 | 0,139 | 1,019 | 0,399 |
| <i>Conversión alimenticia semana 8</i> | 12 | 2,414 | 0,051 | 0,948 | 0,610 | 1,145 | 0,360 |
| <i>Conversión alimenticia semana 9</i> | 12 | 2,631 | 0,038 | 0,880 | 0,087 | 13,603 | 0,002 |
| <i>Conversión alimenticia semana 10</i> | 12 | 2,634 | 0,051 | 0,921 | 0,295 | 6,238 | 0,020 |
| <i>Grasa dorsal día 0</i> | 12 | 8,782 | 0,670 | 0,913 | 0,235 | 0,027 | 0,974 |
| <i>Grasa dorsal día 15</i> | 12 | 9,993 | 1,103 | 0,922 | 0,305 | 0,306 | 0,743 |
| <i>Grasa dorsal día 30</i> | 12 | 11,179 | 1,547 | 0,904 | 0,178 | 0,318 | 0,736 |
| <i>Grasa dorsal día 45</i> | 12 | 12,393 | 1,999 | 0,896 | 0,140 | 0,341 | 0,720 |
| <i>Grasa dorsal día 60</i> | 12 | 13,581 | 2,422 | 0,904 | 0,180 | 0,493 | 0,626 |
| <i>Grasa dorsal día 75</i> | 12 | 14,189 | 2,658 | 0,890 | 0,117 | 0,968 | 0,416 |

Nota. Shapiro-Wilk test p-value >0,05: los datos provienen de distribución normal; p-value <0,05: los datos no provienen de distribución normal; se realiza prueba Levene de homogeneidad de varianza.

5.2. Análisis estadístico de las variables

5.2.1. Variable: Peso vivo

La variable peso vivo se evaluó en tres momentos diferentes: a la tercera, séptima y décima semana.

a. Tercera semana

En la tabla 7 se observa el análisis de varianza de la variable peso vivo a la tercera semana, el análisis de varianza para la variable peso vivo a la tercera semana mostró que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($F = 1,600$; $p = 0,254 > 0,05$). El valor de p indica que el efecto del tratamiento sobre el peso corporal no fue estadísticamente detectable en esta etapa del ensayo. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula de igualdad de medias entre los tratamientos.

Tabla 9

Análisis de varianza para la variable peso vivo (kg) a la tercera semana.

| <i>ANOVA peso tercera semana</i> | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|-------------|------------------|-------------------------------------|
| <i>Fuente</i> | <i>GL</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>Fcal</i> | <i>Pr > F</i> | <i>p-values signification codes</i> |
| <i>Total</i> | 11 | 59,332 | | | | |
| <i>Tratamiento</i> | 2 | 15,562 | 7,781 | 1,600 | 0,254 | ns |
| <i>Error</i> | 9 | 43,771 | 4,863 | | | |
| <i>Promedio (kg)</i> | | 46,64 | | | | |
| <i>CV (%)</i> | | 4,73 | | | | |

Nota: Calculado contra el modelo $Y=Media(Y)$; GL: Grados de libertad, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación; Significación: $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

El promedio general fue de 46,64 kg, con un coeficiente de variación (CV) de 4,73 %, lo que indica una adecuada homogeneidad experimental y precisión en las mediciones. Este bajo CV sugiere que la variabilidad observada podría responder principalmente a diferencias biológicas normales y no a errores experimentales, fortaleciendo la confiabilidad de los resultados obtenidos.

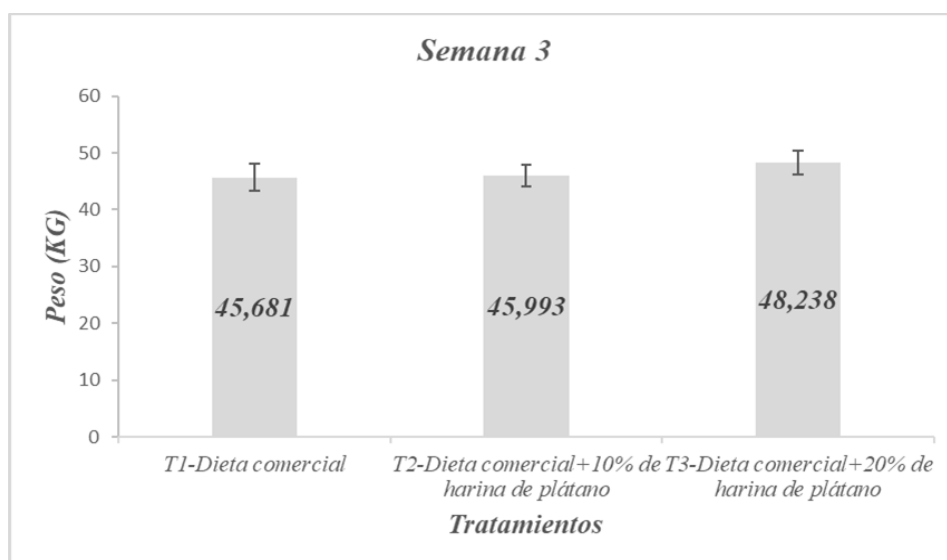
La ausencia de diferencias significativas en el peso vivo durante la tercera semana sugiere que la inclusión de harina de plátano (*Musa paradisiaca L.*) como suplemento energético no afectó el crecimiento inicial en la etapa de engorde. Desde el punto de vista fisiológico, este comportamiento puede explicarse por el alto contenido de almidón del plátano, el cual constituye una fuente importante de carbohidratos digeribles. En el cerdo, gran parte de este almidón es hidrolizado por enzimas digestivas en el intestino delgado y posteriormente absorbido en forma de glucosa, que es utilizada como fuente inmediata de energía para los procesos metabólicos asociados al crecimiento y mantenimiento corporal. Cuando la dieta mantiene un adecuado equilibrio entre energía y proteína, esta disponibilidad energética permite sostener tasas de crecimiento similares a las obtenidas con dietas convencionales y comerciales basadas en cereales (Noblet y van Milgen, 2004) . En este sentido, Moreira et al., (2017), reportaron que la inclusión de harina de banano en dietas para cerdos en crecimiento no produjo diferencias significativas en la ganancia de peso ni en otros indicadores productivos en comparación con dietas convencionales basadas en cereales. De manera similar, Renaudeau et al., (2014) señalaron que la incorporación de productos derivados del banano en dietas porcinas no afecta el desempeño productivo cuando los niveles de inclusión son moderados y la dieta está correctamente balanceada.

Por otra parte, hay estudios que han reportado incluso mejoras en el desempeño productivo cuando se utilizan derivados del banano sometidos a procesos de fermentación. En este sentido, Caicedo et al., (2020), observaron que la suplementación con fruta de banano orito (*Musa acuminata* AA) fermentada con yogur en dietas para cerdos post-destete incrementó la ganancia de peso y mejoró la conversión alimenticia, lo cual fue atribuido a la acción de microorganismos benéficos que podrían favorecer la digestibilidad y la salud intestinal (probióticos). Estas diferencias podrían estar asociadas al tipo de procesamiento del banano y a la etapa productiva de los animales, ya que en el presente estudio se utilizó harina de plátano y se evaluaron cerdos en fase de engorde. En conjunto, estos antecedentes sugieren que los derivados de *Musa spp.* pueden incorporarse en dietas porcinas como fuentes energéticas alternativas sin afectar negativamente el crecimiento cuando se formulan adecuadamente.

La figura 3 presenta los promedios de peso vivo observados en los tratamientos evaluados. Los valores promedio registrados fueron: T1, dieta comercial (45,681 kg); T2, dieta comercial + 10 % de harina de plátano (45,993 kg); y T3, dieta comercial + 20 % de harina de plátano (48,238 kg). Aunque el tratamiento T3 mostró numéricamente el mayor peso promedio, las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANOVA).

Figura 3

Promedios de peso vivo según tratamientos a la tercera semana



Como se observa, el gráfico indica que las medias pertenecen al mismo grupo estadístico, confirmando que la inclusión de harina de plátano hasta un 20 % no produjo cambios significativos en el peso vivo a la tercera semana de evaluación. Por tanto, desde el punto de vista estadístico, los tres tratamientos presentan un comportamiento productivo similar en esta fase del engorde. Sin embargo, numéricamente el tratamiento T3, (Dieta comercial con 20% de harina de plátano) fue mejor.

b. Séptima semana

Para la séptima semana, el análisis de varianza de la variable peso vivo, presentado en la tabla 8, mostró un valor de $F = 3,096$ con un nivel de significancia de $p = 0,095$. Estos resultados indican que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al 5 % de probabilidad; sin embargo, el valor de p se aproxima al nivel de significancia de 0,10, lo que sugiere la presencia de una tendencia estadística que podría indicar un efecto incipiente del nivel de inclusión de harina de plátano sobre el peso corporal en esta fase del engorde.

Tabla 10

Análisis de varianza para la variable peso vivo (kg) a la séptima semana.

| <i>ANOVA peso séptima semana</i> | | | | | | |
|----------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|-------------|------------------|-------------------------------------|
| <i>Fuente</i> | <i>GL</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>Fcal</i> | <i>Pr > F</i> | <i>p-values signification codes</i> |
| <i>Total</i> | 11 | 67,444 | | | | |
| <i>Tratamiento</i> | 2 | 27,487 | 13,743 | 3,096 | 0,095 | ns |
| <i>Error</i> | 9 | 39,958 | 4,440 | | | |
| <i>Promedio (kg)</i> | | 79,69 | | | | |
| <i>CV (%)</i> | | 2,64 | | | | |

Nota: Calculado contra el modelo $Y = \text{Media}(Y)$; GL: Grados de libertad, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación; Significación: $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

El promedio general registrado fue de 79,69 kg, con un coeficiente de variación de 2,64 %, lo cual evidencia una alta homogeneidad entre las unidades experimentales. Esta baja variabilidad fortalece la confiabilidad de los resultados obtenidos y permite inferir que la tendencia observada podría estar asociada al efecto de los tratamientos más que a variaciones propias del manejo experimental.

La tendencia observada en la séptima semana podría indicar que, conforme avanza la etapa de engorde, el aporte energético de la harina de plátano comienza a reflejarse progresivamente en el crecimiento corporal de los animales. Desde el punto de vista fisiológico, este comportamiento puede asociarse con la utilización del almidón presente en el plátano, el cual constituye una fuente importante de energía digestible. En el cerdo, el almidón es hidrolizado en el intestino delgado por acción de enzimas digestivas y posteriormente absorbido como

glucosa, que se incorpora al metabolismo energético para sostener procesos de crecimiento, síntesis de tejidos y mantenimiento corporal. Cuando la dieta presenta un adecuado balance entre energía y proteína, esta disponibilidad energética favorece la utilización eficiente de los nutrientes, lo que puede reflejarse progresivamente en el aumento del peso corporal conforme los animales avanzan en la etapa de engorde (Noblet & van Milgen, 2004).

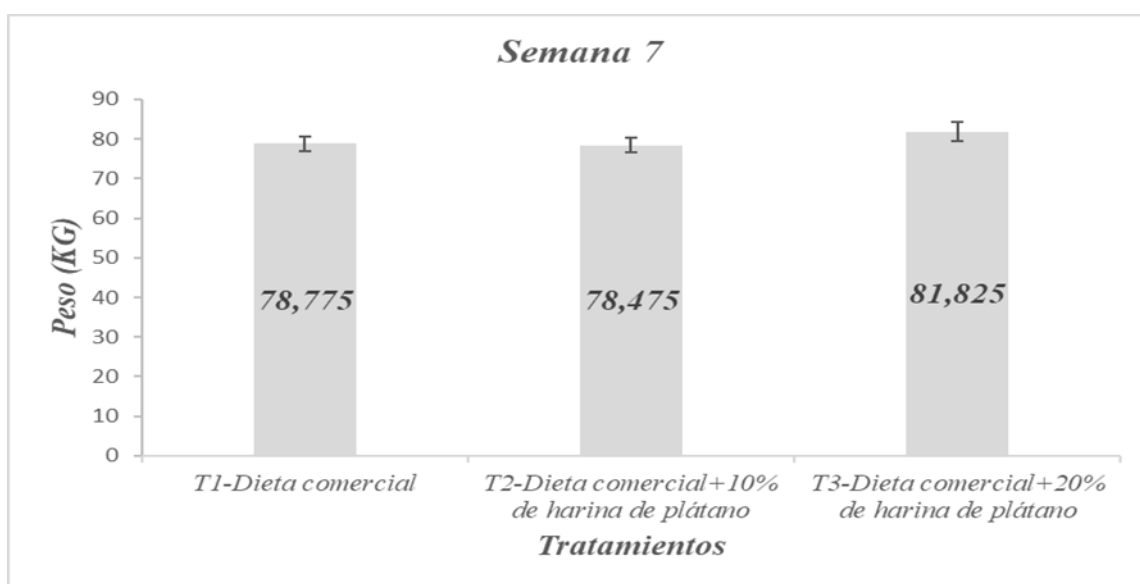
En este sentido, Moreira et al., (2017), reportaron que la inclusión de harina de banano en dietas para cerdos en crecimiento permitió mantener parámetros productivos similares a los obtenidos con dietas convencionales basadas en cereales, evidenciando que los subproductos de *Musa spp.* pueden ser utilizados como fuentes energéticas alternativas sin afectar significativamente el desempeño productivo.

Resultados comparables han sido descritos en investigaciones realizadas en sistemas productivos tropicales. García et al., (2013), observaron que la inclusión de harina de residuos foliares de plátano en concentrados para cerdos jóvenes no afectó el comportamiento productivo, lo que demuestra el potencial de distintos subproductos de *Musa spp.* en la alimentación porcina. De manera similar, Carvajal-Lucas R. (2023) reportó que el reemplazo parcial del maíz por banano y yuca en dietas para cerdos de engorde permitió mantener adecuados parámetros productivos, con diferencias que tendieron a manifestarse con mayor claridad en fases más avanzadas del crecimiento. Estos antecedentes respaldan la tendencia observada en el presente estudio y sugieren que la harina de plátano puede constituir una alternativa energética viable en dietas para cerdos en engorde cuando se utiliza en niveles de inclusión apropiados.

Los promedios obtenidos en la séptima semana fueron: T1: 78,775 kg, T2: 78,475 kg, y T3: 81,825 kg como se observa en la figura 4.

Figura 4

Promedios de peso vivo según tratamientos a la séptima semana



Aunque el tratamiento T3 presentó el mayor peso promedio, la prueba de Tukey no evidenció diferencias estadísticas significativas entre tratamientos lo cual es consistente con el resultado del ANOVA que indicó únicamente una tendencia estadística. La superposición de las barras de error confirma que los tratamientos pertenecen al mismo grupo estadístico. Así mismo, la superposición de las barras de error refuerza la interpretación de que los tratamientos pertenecen a un mismo grupo estadístico. No obstante, desde un punto de vista descriptivo, se observa una diferencia numérica de aproximadamente 3 kg a favor del tratamiento T3, correspondiente a la dieta con mayor nivel de inclusión de harina de plátano. Aunque esta diferencia no alcanzó significancia estadística, podría sugerir un posible efecto positivo del ingrediente evaluado sobre el peso corporal, el cual podría manifestarse con mayor claridad en etapas posteriores del engorde o bajo periodos de evaluación más prolongados. Estos resultados indican que la inclusión de harina de plátano no afecta negativamente el desempeño productivo y podría contribuir al crecimiento corporal dentro de rangos productivos normales.

c. Décima semana

Para la décima semana, el análisis de varianza para el peso vivo mostró un valor $F = 3,812$ con un nivel de significancia de $p = 0,063$. Aunque no se detectaron diferencias estadísticas significativas al 5 % de probabilidad ($p > 0,05$), el valor se encuentra por debajo de 0,10 lo que indica una tendencia numérica hacia diferencias entre tratamientos, como se aprecia en la tabla 9.

Tabla 11

Análisis de varianza para la variable peso vivo (kg) a la décima semana.

| <i>ANOVA peso décima semana</i> | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|-------------|------------------|-------------------------------------|
| <i>Fuente</i> | <i>GL</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>Fcal</i> | <i>Pr > F</i> | <i>p-values signification codes</i> |
| <i>Total</i> | 11 | 64,304 | | | | |
| <i>Tratamiento</i> | 2 | 29,489 | 14,745 | 3,812 | 0,063 | ns |
| <i>Error</i> | 9 | 34,814 | 3,868 | | | |
| <i>Promedio (kg)</i> | | 106,20 | | | | |
| <i>CV (%)</i> | | 1,85 | | | | |

Nota: Calculado contra el modelo $Y = \text{Media}(Y)$; GL: Grados de libertad, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación; Significación: $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

Este resultado sugiere que el nivel de inclusión de harina de plátano podría comenzar a ejercer un efecto más evidente sobre el peso corporal en esta etapa avanzada del engorde. En consecuencia, aunque las diferencias aún no alcanzan significancia estadística, la tendencia observada podría reflejar una respuesta gradual de los animales al aporte energético de la dieta, la cual podría manifestarse con mayor claridad hacia el final del ciclo productivo.

El promedio general fue de 106,20 kg, con un coeficiente de variación (CV) de 1,85 %, lo que refleja una excelente homogeneidad experimental y alta precisión en las mediciones. El bajo CV fortalece la confiabilidad de los resultados y permite interpretar que la variación observada responde principalmente al efecto de los tratamientos y no a errores experimentales.

La tendencia observada en la décima semana podría indicar un posible efecto acumulativo del suplemento energético especialmente en los tratamientos con mayor nivel de inclusión de harina de plátano. A medida que avanza la fase de engorde, los cerdos presentan una mayor capacidad para utilizar la energía de la dieta debido al incremento del consumo voluntario de alimento y al desarrollo del sistema digestivo, lo que favorece un aprovechamiento más eficiente de los carbohidratos dietarios. En este contexto, el almidón presente en el plátano puede ser hidrolizado y absorbido como glucosa, contribuyendo al suministro de energía necesaria para el crecimiento y la deposición de tejidos corporales. Cuando las dietas mantienen un adecuado balance entre energía y proteína digestible, las fuentes energéticas alternativas pueden expresar con mayor claridad su efecto sobre el peso corporal en etapas más avanzadas del engorde (Noblet y van Milgen, 2004). En este sentido, Carvajal-Lucas (2023) reportó que la sustitución parcial del maíz por banano y yuca en dietas para cerdos de engorde permitió mantener parámetros productivos adecuados, observándose respuestas más evidentes en etapas avanzadas del crecimiento.

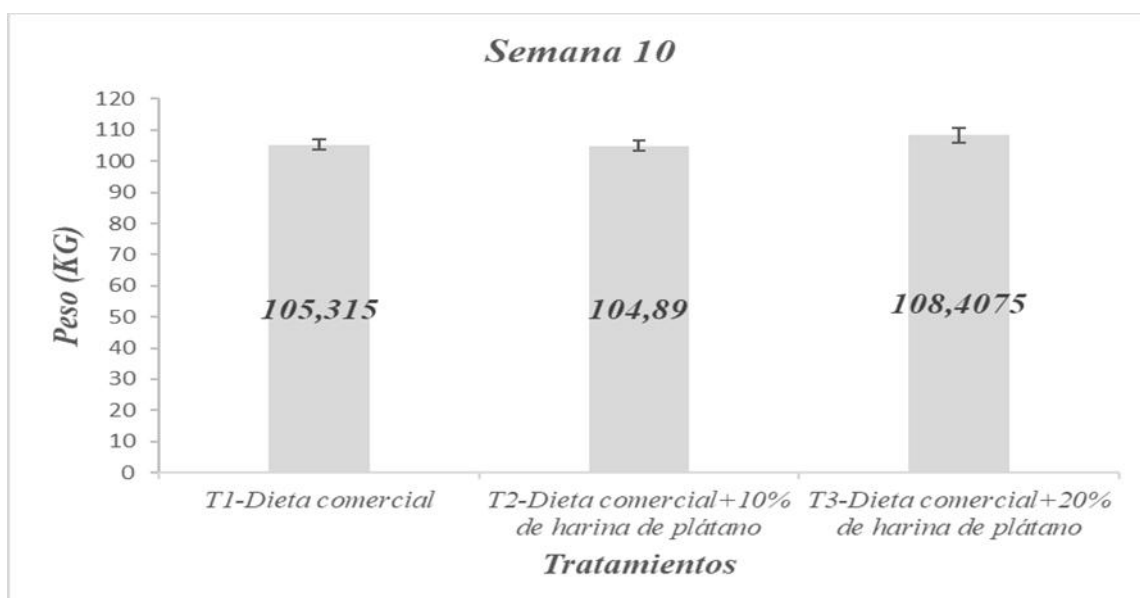
Resultados comparables han sido descritos en otros estudios que evaluaron el uso de subproductos de *Musa spp.* en la alimentación porcina. García et al., (2013) observaron que la inclusión de harina de residuos foliares de plátano en concentrados para cerdos jóvenes no afectó negativamente el desempeño productivo. Así mismo, Moreira et al., (2017) reportaron que la inclusión de harina de banano en dietas para cerdos en crecimiento mantiene ganancias de peso

similares a las obtenidas con dietas convencionales cuando las raciones están adecuadamente balanceadas. De manera complementaria, Ulep & de la Cruz, (1994) encontraron que la incorporación de harina de cáscara de banano en dietas para cerdos en crecimiento-finalización puede sostener el rendimiento productivo cuando se utiliza en niveles apropiados de inclusión. En conjunto, estos antecedentes respaldan la tendencia observada en el presente estudio y sugieren que la harina de plátano puede constituir una fuente energética alternativa viable en dietas para cerdos en engorde.

Coherente con las semanas anteriores, los promedios obtenidas en la décima semana fueron: T1: 105,325 kg, T2: 104,89 kg y T3: 108,4075 kg como se observa en la figura 5.

Figura 5

Promedios de peso vivo según tratamientos a la décima semana



Aunque el tratamiento T3 presentó el mayor peso promedio, la prueba de comparación

múltiple de Tukey no evidenció diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Las barras de error muestran superposición entre los tratamientos, confirmando que pertenecen al mismo grupo estadístico. Sin embargo, la diferencia numérica cercana a 3 kg a favor del tratamiento T3 sugiere un posible efecto biológico acumulativo. La tendencia creciente observada en la décima semana podría asociarse con la mayor demanda energética propia de la fase final del engorde, donde la eficiencia en la utilización de carbohidratos juega un papel determinante en la ganancia de peso. Estudios recientes han señalado que fuentes alternativas ricas en almidón pueden sustituir parcialmente al maíz sin afectar el desempeño productivo cuando las dietas son formuladas adecuadamente (P. Zhang et al., 2005).

5.2.2. Variable: Conversión alimenticia

En cuanto se refiere a la variable conversión alimenticia, el análisis se desarrolló al igual que la variable anterior, es decir para la tercera, séptima y décima semana como se muestra a continuación.

a. Tercera semana

El análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en la tercera semana evidenció diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados ($F_{cal} = 5,590$; $p = 0,026 < 0,05$). Este resultado indica que al menos uno de los tratamientos presentó una eficiencia en la utilización del alimento diferente respecto a los demás, tal como se observa en la Tabla 10. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias, confirmando que el nivel de inclusión de harina de plátano ejerció un efecto significativo sobre la conversión alimenticia durante esta etapa del ensayo.

El promedio general de conversión alimenticia fue de 1,80, con un coeficiente de

variación (CV) de 3,90 %, valor que se considera bajo y que evidencia una adecuada uniformidad entre las unidades experimentales y un manejo experimental apropiado. Este nivel de variabilidad sugiere que las diferencias observadas entre tratamientos pueden atribuirse principalmente al efecto de los niveles de inclusión evaluados y no a factores aleatorios o errores experimentales, lo que respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Tabla 12

Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia a la tercera semana.

| <i>ANOVA conversión alimenticia tercera semana</i> | | | | | | |
|--|-----------|--------------------------|-------------------------|-------------|------------------|-------------------------------------|
| <i>Fuente</i> | <i>GL</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>Fcal</i> | <i>Pr > F</i> | <i>p-values signification codes</i> |
| <i>Total</i> | 11 | 0,100 | | | | |
| <i>Tratamiento</i> | 2 | 0,055 | 0,028 | 5,590 | 0,026 | * |
| <i>Error</i> | 9 | 0,044 | 0,005 | | | |
| <i>Promedio</i> | | 1,80 | | | | |
| <i>CV (%)</i> | | 3,90 | | | | |

Nota: Calculado contra el modelo $Y=Media(Y)$; GL: Grados de libertad, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación; Significación: $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

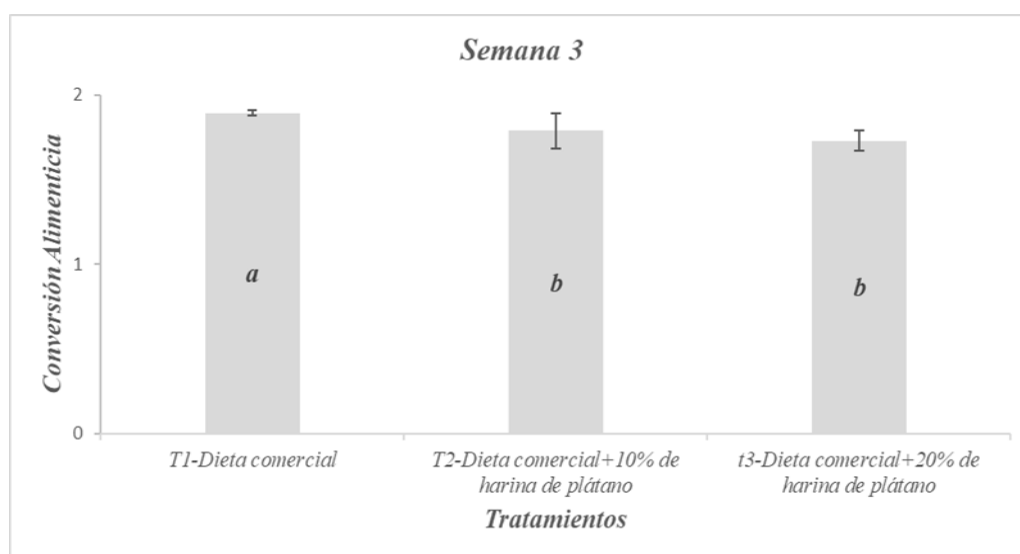
La mejora significativa en la conversión alimenticia observada con la inclusión de harina de plátano puede estar asociada a una mayor eficiencia en la utilización de la energía dietaria. La conversión alimenticia depende directamente de la densidad energética, la digestibilidad del almidón y el balance de aminoácidos de la dieta. Patience et al. (2015) destacan que pequeñas variaciones en la disponibilidad energética pueden generar cambios significativos en la eficiencia

alimenticia, especialmente en fases tempranas del crecimiento. En este sentido, revisiones más recientes indican que la eficiencia alimenticia en cerdos está estrechamente relacionada con la calidad y digestibilidad de las fuentes energéticas utilizadas en la dieta, lo que influye directamente en la conversión del alimento en tejido corporal Zijlstra & Beltranena, (2019). La misma tendencia se mantuvo hasta la quinta semana, lo que sugiere que la inclusión de harina de plátano podría contribuir a optimizar el aprovechamiento energético de la dieta durante las primeras fases del engorde.

La prueba de comparación múltiple de Tukey mostró diferencias estadísticas entre tratamientos. Como se puede ver en la figura 6, la dieta comercial formó por si sola el grupo *a*, presentando la mayor conversión alimenticia (1,89) mientras que los tratamientos con 10 % y 20 % de harina de plátano conformaron el grupo *b* mostrando valores menores (1,78 y 1,73, respectivamente). Esto indica que ambos tratamientos en los que se incluyó la harina de plátano fueron estadísticamente diferentes a la dieta comercial, pero no difirieron entre ellos. Dado que en conversión alimenticia valores más bajos indican mayor eficiencia, se puede afirmar que la inclusión de harina de plátano mejoró significativamente la eficiencia alimenticia en la tercera semana de engorde. Esta tendencia se prolongó hasta la quinta semana.

Figura 6

Conversión alimenticia según tratamientos a la tercera semana



Estudios sobre ingredientes alternativos en alimentación porcina han demostrado que cuando la sustitución parcial del maíz mantiene el equilibrio nutricional, la eficiencia alimenticia puede mejorar debido a ajustes en la utilización metabólica de la energía (Agyekum & Nyachoti, 2017). En este sentido los resultados obtenidos sugieren que la harina de plátano, incluida hasta un 20 %, permitió una mejor relación consumo/ganancia en comparación con la dieta comercial, lo cual representa una ventaja productiva y económica en sistemas de engorde.

b. Séptima semana

Para la séptima semana, el análisis de varianza para la conversión alimenticia (Tabla 11) no evidenció diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($F = 1,227$; $p = 0,338 > 0,05$). Estos resultados indican que la inclusión de harina de plátano no influyó de manera significativa en la eficiencia alimenticia durante esta fase del engorde.

El promedio general registrado fue de 2,35, con un coeficiente de variación (CV) de 2,33 %, lo que refleja un adecuado manejo experimental y alta precisión en las mediciones. Este bajo

valor de CV fortalece la confiabilidad de los resultados obtenidos y sugiere que la variabilidad observada se debe principalmente a diferencias biológicas normales entre los animales, más que a factores de manejo o al diseño experimental.

Tabla 13

Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia a la séptima semana.

| <i>ANOVA conversión alimenticia séptima semana</i> | | | | | | |
|--|-----------|--------------------------|-------------------------|-------------|------------------|-------------------------------------|
| <i>Fuente</i> | <i>GL</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>Fcal</i> | <i>Pr > F</i> | <i>p-values signification codes</i> |
| <i>Total</i> | 11 | 0,034 | | | | |
| <i>Tratamiento</i> | 2 | 0,007 | 0,004 | 1,227 | 0,338 | ns |
| <i>Error</i> | 9 | 0,027 | 0,003 | | | |
| <i>Promedio</i> | | 2,35 | | | | |
| <i>CV (%)</i> | | 2,33 | | | | |

Nota: Calculado contra el modelo $Y=Media(Y)$; GL: Grados de libertad, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación; Significación: $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

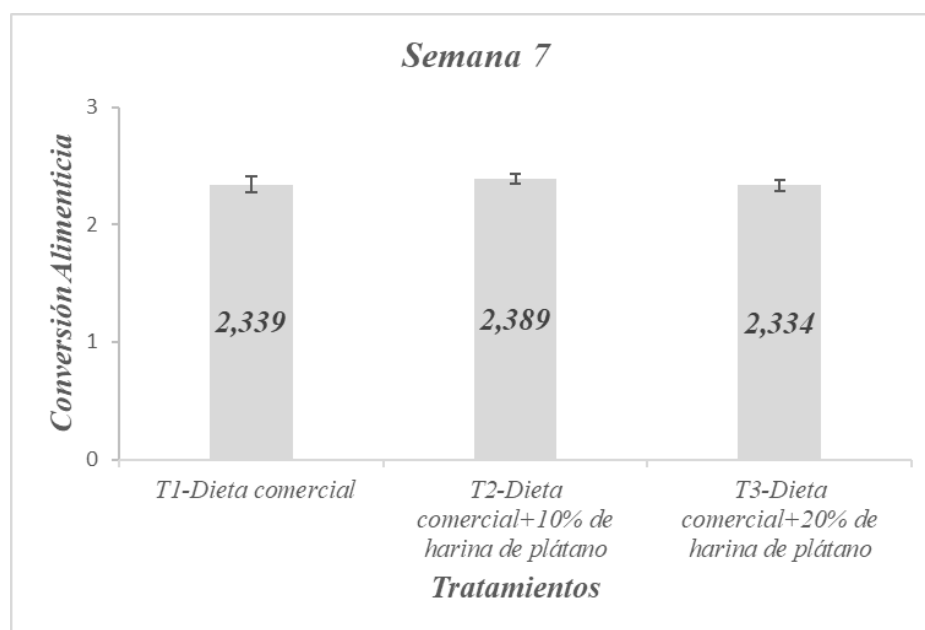
La ausencia de diferencias significativas en la séptima semana sugiere que, en esta fase intermedia del engorde, la eficiencia alimenticia tiende a estabilizarse independientemente del nivel de inclusión de harina de plátano. En sistemas de producción porcina es común que las diferencias observadas en etapas tempranas se atenúen conforme el animal incrementa su peso corporal y cambian los patrones de deposición de tejido, especialmente cuando las dietas mantienen un adecuado equilibrio nutricional. En este sentido, Patience (2015) señala que la eficiencia alimenticia puede variar a lo largo del ciclo productivo debido a cambios fisiológicos asociados al crecimiento y a la utilización de la energía por parte del animal.

De igual forma, Agyekum y Nyachoti, (2017), indican que la inclusión de ingredientes alternativos en dietas para cerdos no siempre genera efectos consistentes en todas las etapas productivas, ya que la respuesta depende del estado fisiológico del animal y de la interacción entre energía, proteína y digestibilidad de los nutrientes. En este contexto, los resultados obtenidos sugieren que la harina de plátano no comprometió la eficiencia alimenticia durante la séptima semana, manteniendo valores comparables a los registrados con la dieta comercial.

En la figura 7 se observa lo promedios por tratamiento a la séptima semana. Se observa que la dieta comercial (T1) presentó una conversión alimenticia de 2,339, mientras que el tratamiento T2 registró 2,389 y el T3 alcanzó un valor de 2,334. Estos resultados evidencian promedios muy similares entre tratamientos y que las barras de error se superponen ampliamente, lo cual coincide con los resultados del análisis de varianza (ANOVA), confirmando que no existieron diferencias estadísticas significativas en la conversión alimenticia durante la séptima semana del experimento. Aunque de manera numérica el tratamiento con 10 % de inclusión de harina de plátano presentó una conversión ligeramente mayor (indicando una eficiencia algo menor), la diferencia es mínima y carece de relevancia biológica.

Figura 7

Promedios de la conversión alimenticia según tratamientos a la séptima semana



La estabilidad observada en la conversión alimenticia a partir de la sexta semana sugiere que la inclusión de harina de plátano hasta un 20% no afectó la eficiencia de utilización del alimento en esta fase productiva. En etapas intermedias del crecimiento, los cerdos presentan una mayor capacidad de adaptación digestiva, lo que puede explicar la ausencia de diferencias significativas entre dietas. Patience (2015) describe que la eficiencia alimenticia tiende a estabilizarse conforme el animal incrementa su peso corporal, debido a ajustes metabólicos y a una mayor eficiencia en la utilización de la energía dietaria. Así mismo, Noblet & van Milgen, (2004) indican que cuando las dietas están correctamente balanceadas en energía y aminoácidos digestibles, la sustitución parcial de ingredientes energéticos no necesariamente altera la conversión alimenticia.

c. Décima semana

El análisis de varianza para la conversión alimenticia en la décima semana no evidenció diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, como se muestra en la tabla 12.

Tabla 14

Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia a la décima semana.

| <i>ANOVA conversión alimenticia décima semana</i> | | | | | | |
|---|-----------|--------------------------|-------------------------|-------------|------------------|-------------------------------------|
| <i>Fuente</i> | <i>GL</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>Fcal</i> | <i>Pr > F</i> | <i>p-values signification codes</i> |
| <i>Total</i> | 11 | 0,029 | | | | |
| <i>Tratamiento</i> | 2 | 0,001 | 0,001 | 0,227 | 0,801 | ns |
| <i>Error</i> | 9 | 0,027 | 0,003 | | | |
| <i>Promedio</i> | | 2,63 | | | | |
| <i>CV (%)</i> | | 2,09 | | | | |

Nota: Calculado contra el modelo $Y=Media(Y)$; GL: Grados de libertad, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación; Significación: $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

El promedio general registrado fue de 2,63 con un coeficiente de variación (CV) de 2,09 %, lo que indica una baja variabilidad entre las unidades experimentales y refleja un adecuado manejo del ensayo, así como precisión en la medición de la variable evaluada.

Este bajo valor de CV refuerza la confiabilidad de los resultados obtenidos y sugiere que las pequeñas diferencias observadas entre tratamientos fueron mínimas y atribuibles principalmente al azar. En términos productivos, los niveles de inclusión de harina de plátano evaluados no ejercieron un efecto significativo sobre la eficiencia de utilización del alimento durante esta etapa final del engorde, manteniéndose un comportamiento similar al de la dieta comercial.

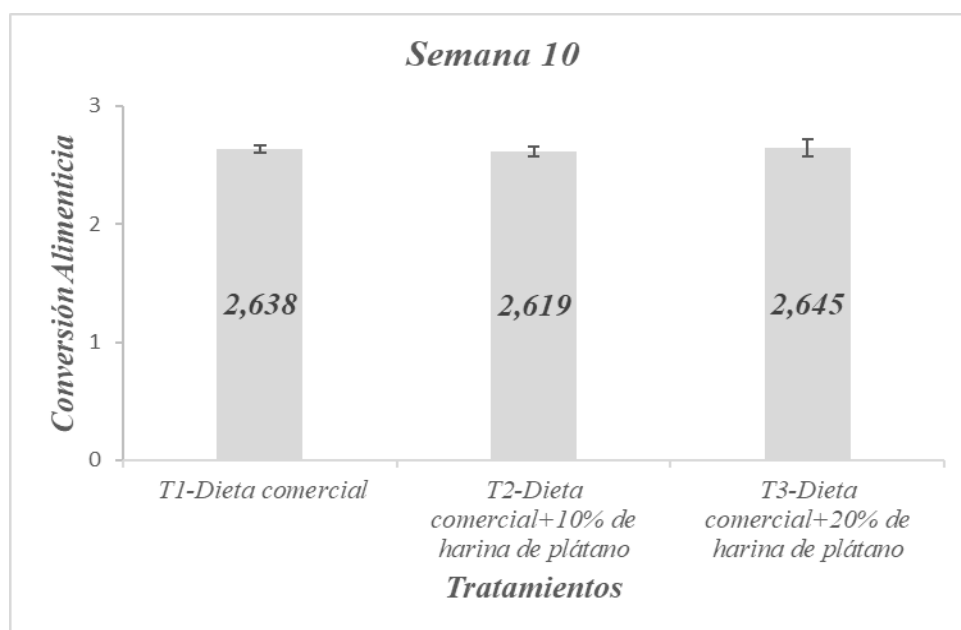
La ausencia de diferencias significativas en la conversión alimenticia a la décima semana puede explicarse por la estabilización fisiológica del crecimiento en las fases finales del engorde, donde los animales tienden a expresar un patrón de eficiencia más homogéneo,

independientemente de pequeñas variaciones dietarias. En esta etapa, una proporción creciente de la energía consumida se destina al mantenimiento corporal más que a la deposición de tejido, lo que reduce la sensibilidad de la conversión alimenticia frente a cambios moderados en la composición de la dieta. Resultados similares han sido reportados por Valverde Lucio et al. (2023) al evaluar la sustitución parcial de maíz por yuca y taro en cerdos en crecimiento-engorde, donde no se observaron diferencias significativas en la conversión alimenticia durante la fase final. Complementariamente, revisiones sobre nutrición porcina indican que, a medida que los animales se aproximan al peso de mercado, la eficiencia alimenticia tiende a estabilizarse y las respuestas fisiológicas a modificaciones en las fuentes energéticas suelen ser menos marcadas (Zijlstra & Beltranena, 2019), lo cual coincide con el comportamiento observado en el presente estudio.

La figura 8 muestra promedios de conversión muy similares entre los tratamientos T1: 2,638; T2: 2,619 y T3: 2,645. Las barras del error estándar se superponen completamente y no se observa la formación de grupos, lo que confirma lo indicado en el ANOVA. Esto demuestra que no existieron diferencias estadísticas entre tratamientos en la conversión alimenticia al final del período experimental. Numéricamente, la variación entre tratamientos es mínima, lo que indica que la sustitución parcial del maíz por harina de plátano no afectó la eficiencia de utilización del alimento en la fase final de engorde.

Figura 8

Promedios de conversión alimenticia según tratamientos a la décima semana



La similitud en la conversión alimenticia en la décima semana sugiere que la harina de plátano puede incorporarse hasta en un 20% como fuente energética sin alterar la eficiencia productiva en la fase final de engorde. Desde el punto de vista fisiológico, en la etapa final (100–110 kg) los cerdos presentan una menor eficiencia de conversión debido a mayor ganancia de grasa y menor crecimiento magro, lo que tiende a homogenizar la respuesta entre tratamientos cuando las dietas son energéticamente equivalentes. Este comportamiento ha sido ampliamente descrito en evaluaciones de metabolismo energético en cerdos en crecimiento–finalización (Noblet & van Milgen, 2004), donde se establece que, bajo adecuados niveles de energía metabolizable, el tipo de ingrediente energético tiene menor impacto en la eficiencia final.

5.2.3. Variable: Grasa dorsal

En cuanto se refiere a la variable grasa dorsal es necesario manifestar que tanto los análisis de varianza como la prueba de rango múltiple han mostrado diferencias significativas y rangos respectivamente, desde la primera evaluación, constituyéndose en el resultado más contundente en todo el ensayo. Se muestra a continuación la evaluación estadística en dos momentos: a los 30 y a los 75 días.

a. Grasa dorsal a los 30 días

La tabla 13 presenta el análisis de varianza del espesor de grasa dorsal a los 30 días, donde se observa un efecto altamente significativo del tratamiento ($F = 158,73$; $p = 0,000$; ***). Este resultado indica que la inclusión de harina de plátano en la dieta influyó de manera significativa en la deposición de grasa subcutánea de los animales, generando diferencias reales entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue bajo ($CV = 2,54 \%$), lo que evidencia una adecuada precisión experimental y una alta homogeneidad dentro de los grupos experimentales. Este bajo nivel de variabilidad fortalece la confiabilidad de los resultados y sugiere que la principal fuente de variación observada se debe al efecto de los tratamientos dietarios y no a factores asociados al manejo o a errores de medición.

Tabla 15

Análisis de varianza para la variable grasa dorsal a los treinta días.

| <i>ANOVA grasa dorsal a los 30 días</i> | | | | | | |
|---|-----------|--------------------------|-------------------------|-------------|------------------|-------------------------------------|
| <i>Fuente</i> | <i>GL</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>Fcal</i> | <i>Pr > F</i> | <i>p-values signification codes</i> |
| <i>Total</i> | 11 | 26,319 | | | | |
| <i>Tratamiento</i> | 2 | 25,594 | 12,797 | 158,730 | 0,000 | *** |
| <i>Error</i> | 9 | 0,726 | 0,081 | | | |
| <i>Promedio (mm)</i> | | 11,18 | | | | |
| <i>CV (%)</i> | | 2,54 | | | | |

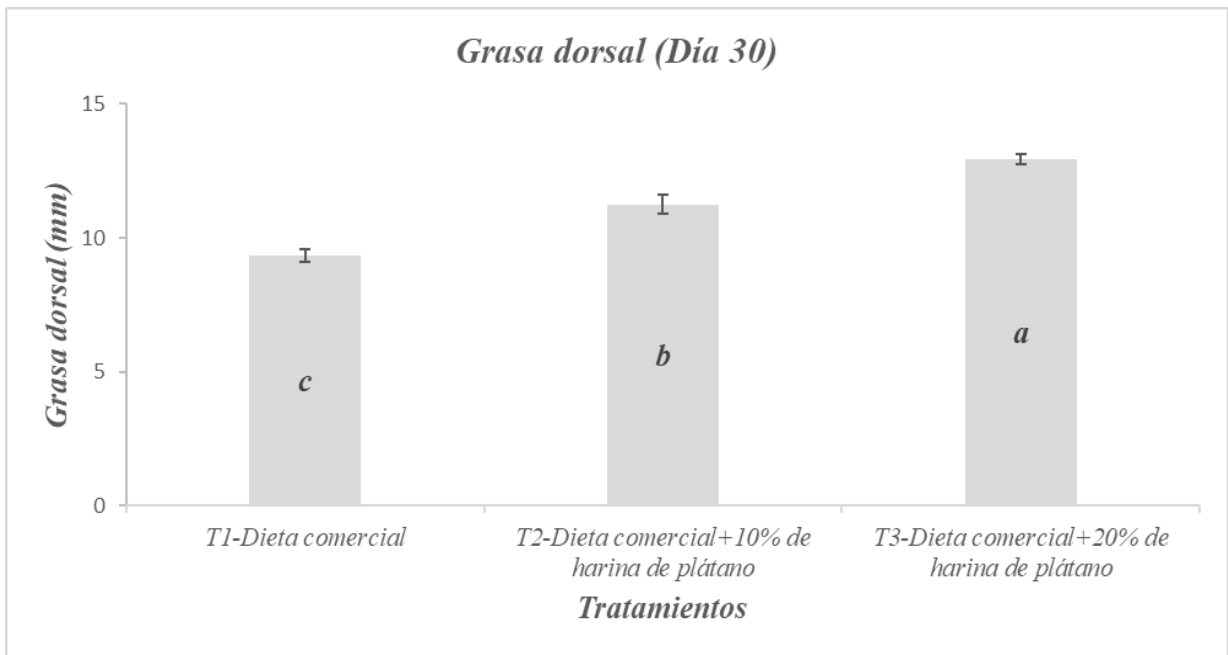
Nota: Calculado contra el modelo $Y=Media(Y)$; GL: Grados de libertad, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación; Significación: $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

Este resultado sugiere que el reemplazo parcial del maíz por harina de plátano modificó la forma en que los cerdos aprovecharon la energía de la dieta, favoreciendo la acumulación de grasa durante la etapa inicial del engorde. Según Noblet y van Milgen (2004), en cerdos en crecimiento la relación entre energía neta y proteína digestible determina el destino metabólico de los nutrientes; cuando existe un excedente energético relativo aumenta la lipogénesis subcutánea. Asimismo, estos autores señalan que pequeñas variaciones en la energía neta de la dieta pueden traducirse en incrementos significativos en el espesor de grasa dorsal, especialmente en etapas tempranas del engorde. De manera complementaria, revisiones más recientes indican que dietas con mayor disponibilidad energética o con ingredientes alternativos ricos en almidón pueden modificar la partición de nutrientes hacia la deposición de grasa cuando el balance energía-proteína no cambia proporcionalmente (Zijlstra & Beltranena, 2019).

Por otro lado, la figura 9 muestra diferencias claras entre los tratamientos. La dieta comercial, T1 (rango *c*) presentó el menor espesor de grasa dorsal (9,4 mm); la dieta comercial + 10 % de harina de plátano, T2 (rango *b*) registró un valor intermedio (11,2 mm), mientras que la dieta comercial + 20 % de harina de plátano, T3 (rango *a*) alcanzó el mayor espesor (12,8 mm). Las letras diferentes (*a*, *b*, *c*) indican que cada tratamiento forma por sí solo un grupo estadísticamente diferente entre sí.

Figura 9

Grasa dorsal según tratamientos a los treinta días.



El aumento progresivo de grasa dorsal con 10% y 20% de inclusión sugiere que la harina de plátano aportó energía suficiente para favorecer la deposición lipídica. Estos resultados confirman lo observado en el ANOVA y evidencian una relación directa entre el nivel de inclusión de harina de plátano y el incremento del espesor de grasa dorsal, lo que sugiere que el mayor aporte energético disponible en la dieta pudo favorecer la deposición de tejido adiposo en los animales evaluados. En cerdos en crecimiento, cuando el suministro energético supera las necesidades para mantenimiento y crecimiento magro, el excedente se almacena como grasa subcutánea. Noblet y van Milgen (2004), explican que pequeñas variaciones en la densidad energética de la dieta pueden impactar significativamente el espesor de grasa dorsal, especialmente en fases intermedias del engorde. Además, el almidón del plátano posee características particulares de digestibilidad que pueden influir en el metabolismo energético. Zhang et al. (2005) describen que el almidón de plátano presenta fracciones de digestión lenta y almidón resistente, lo que puede modificar la respuesta metabólica y favorecer cambios en la deposición de tejido adiposo dependiendo del nivel de inclusión.

b. Grasa dorsal a los 75 días

El análisis de varianza presentado en la tabla 14, muestra un efecto altamente significativo del tratamiento sobre el espesor de grasa dorsal a los 75 días ($F = 383,807$; $p = 0,000$; ***). Esto confirma que los niveles de inclusión de harina de plátano influyeron de manera determinante en la deposición de grasa subcutánea durante la etapa media–final del engorde. Un coeficiente de variación bajo del 2,23 % indica buena precisión experimental y homogeneidad dentro de los tratamientos. Los valores obtenidos permiten evidenciar que las diferencias observadas se deben casi exclusivamente al efecto dietario y no al error experimental.

Tabla 16

Análisis de varianza para la variable grasa dorsal a los setenta y cinco días.

| <i>ANOVA grasa dorsal a los 75 días</i> | | | | | | |
|---|-----------|--------------------------|-------------------------|-------------|------------------|-------------------------------------|
| <i>Fuente</i> | <i>GL</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Cuadrados medios</i> | <i>Fcal</i> | <i>Pr > F</i> | <i>p-values signification codes</i> |
| <i>Total</i> | 11 | 77,688 | | | | |
| <i>Tratamiento</i> | 2 | 76,788 | 38,394 | 383,807 | 0,000 | *** |
| <i>Error</i> | 9 | 0,900 | 0,100 | | | |
| <i>Promedio (mm)</i> | | 14,19 | | | | |
| <i>CV (%)</i> | | 2,23 | | | | |

Nota: Calculado contra el modelo $Y=Media(Y)$; GL: Grados de libertad, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación; Significación: $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ns < 1$

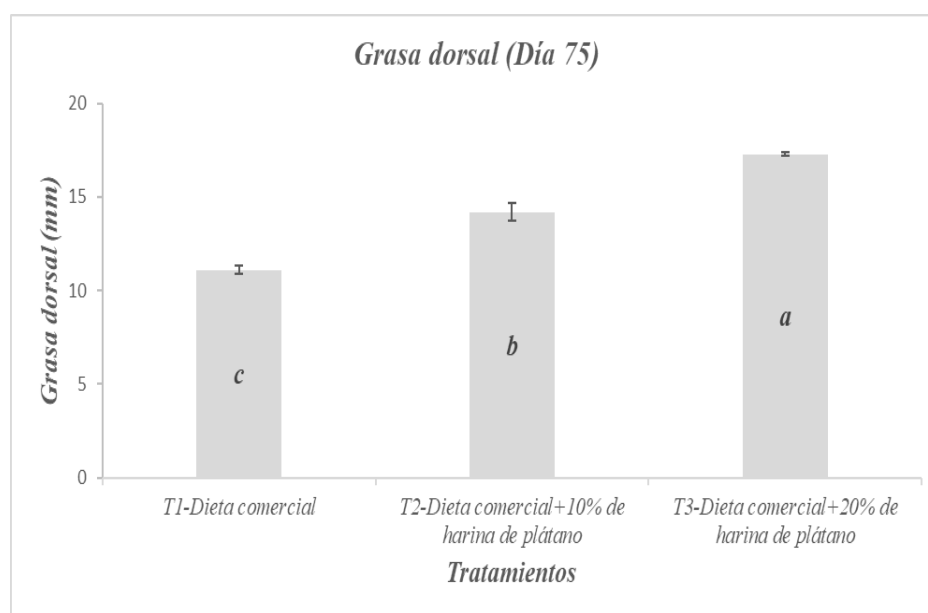
Comparado con la evaluación anterior (a los 30 días), el efecto no solo se mantiene, sino

que se intensifica, lo que sugiere un impacto acumulativo del tratamiento sobre la composición corporal. Noblet y van Milgen (2004) señalan que, en etapas avanzadas del crecimiento, el excedente energético se canaliza preferentemente hacia la lipogénesis, incrementando el espesor de grasa dorsal, especialmente cuando la dieta aporta suficiente energía metabolizable. Los resultados obtenidos son coherentes con otros estudios que han demostrado que la utilización de fuentes energéticas alternativas como raíces o subproductos ricos en almidón puede modificar la composición corporal dependiendo de su densidad energética y digestibilidad, (Valverde Lucio et al., 2023).

La figura 10 muestra el resultado de la prueba de rango múltiple de Tukey para esta variable. El gráfico muestra diferencias claras entre los tratamientos en tres rangos perfectamente diferenciados: El rango *c* lo ocupa T1 (Dieta comercial), el rango *b* lo ocupa completamente T2 (10% de harina de plátano) y el rango *a* es ocupado por T3 (20% harina de plátano), con 11.0, 14.1 y 17.2 mm respectivamente. Este resultado permite inferir un incremento lineal en el espesor de grasa dorsal conforme aumenta el nivel de inclusión de harina de plátano. Esto confirma que el efecto no solo es significativo, sino también dependiente del nivel de inclusión.

Figura 10

Grasa dorsal según tratamientos a los setenta y cinco días.



El incremento progresivo de grasa dorsal a los 75 días sugiere que el efecto energético de la harina de plátano se acumula conforme avanza el periodo de engorde. En esta etapa, los cerdos presentan una mayor tendencia fisiológica a depositar grasa, especialmente cuando la dieta aporta energía en niveles superiores a los requeridos para crecimiento magro. Noblet y van Milgen (2004) indican que, en fases intermedias y finales del crecimiento, pequeñas variaciones en la energía neta pueden traducirse en aumentos importantes en la grasa subcutánea. Resultados similares han sido reportados en estudios donde se sustituyen fuentes tradicionales de energía por ingredientes alternativos ricos en almidón. Valverde Lucio et al. (2023) observaron que la inclusión de fuentes energéticas alternativas como la yuca y el taro en sistemas de producción porcina puede incrementar la cobertura grasa cuando no se ajusta proporcionalmente el aporte proteico.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye que la inclusión de harina de plátano (*Musa paradisiaca L.*) como suplemento energético en dietas comerciales para cerdos en la etapa de engorde (75 a 150 días), en la parroquia de Monte Olivo, constituye una alternativa viable desde el punto de vista productivo, sin afectar negativamente el desempeño general de los animales.

- La evaluación de los parámetros productivos, permitió determinar que la variable peso vivo final no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Sin embargo, se evidenció una tendencia numérica favorable en el tratamiento con 20 % de inclusión de harina de plátano, especialmente en la séptima y décima semana, lo que sugiere un posible efecto acumulativo del suplemento energético en fases avanzadas del engorde. Estos resultados indican que la sustitución parcial del maíz por harina de plátano hasta un 20 % no compromete el crecimiento corporal de los cerdos y puede mantener niveles productivos comparables a la dieta comercial convencional.

- En cuanto a la conversión alimenticia, se observaron diferencias estadísticas significativas entre la tercera y quinta semana, donde los tratamientos con 10 % y 20 % de harina de plátano mostraron mejor conversión alimenticia en comparación con la dieta comercial. Esta mejora inicial sugiere una adecuada utilización de la energía proveniente del plátano, favoreciendo una mejor relación consumo/ganancia en etapas tempranas del engorde. Sin embargo, en las semanas posteriores (séptima a décima), las diferencias no fueron significativas, evidenciando una estabilización fisiológica en la eficiencia de conversión,

independientemente del nivel de inclusión. Esto confirma que la harina de plátano no afecta negativamente la eficiencia alimenticia en la fase media y final del crecimiento.

- Respecto a la medición quincenal de la grasa dorsal, se concluye que esta variable fue la más sensible al efecto del tratamiento. Se registraron diferencias altamente significativas desde los 15 a los 75 días, observándose un incremento progresivo del espesor de grasa dorsal conforme aumentó el nivel de inclusión de harina de plátano. El tratamiento con 20 % presentó los mayores valores, seguido del 10 %, mientras que la dieta comercial mostró el menor espesor. Esto evidencia una relación directa entre el nivel de inclusión de la harina de plátano y la deposición de grasa subcutánea, lo que sugiere que el aporte energético adicional favoreció la lipogénesis durante la etapa de engorde.
- En términos generales, esta investigación mostró que la harina de plátano puede incorporarse hasta un 20 % en dietas comerciales para cerdos en engorde sin afectar el peso final ni la conversión alimenticia, aunque incrementa significativamente la grasa dorsal. Por tanto, su utilización puede ser estratégica dependiendo del objetivo productivo: si se busca mantener eficiencia y crecimiento sin alterar significativamente la composición corporal, niveles moderados son adecuados; mientras que mayores niveles podrían emplearse en sistemas donde una mayor cobertura grasa sea deseable.

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la inclusión de harina de plátano en dietas para cerdos en engorde no exceda el 20 %, especialmente cuando el objetivo productivo sea mantener un adecuado crecimiento sin afectar negativamente la eficiencia alimenticia. Los resultados demostraron que este nivel no compromete el peso final ni la conversión alimenticia, por lo que puede considerarse una alternativa viable para sustituir parcialmente fuentes energéticas tradicionales como el maíz, particularmente en zonas donde el plátano sea abundante accesible.
- Cuando el producto provea mercados que demanden mayor cobertura grasa, puede aprovecharse el efecto positivo de la harina de plátano sobre la deposición de grasa dorsal, especialmente. Sin embargo, si el mercado exige canales más magras, se recomienda ajustar los niveles de inclusión o equilibrar adecuadamente la dieta para evitar incrementos excesivos en la generación de grasa.
- Desde el punto de vista económico, se recomienda complementar esta investigación con un análisis de costos de producción, considerando los precios locales del plátano y del maíz, con el fin de determinar con mayor precisión la viabilidad económica de su inclusión en dietas porcinas. Esto permitirá brindar una recomendación más integral a los productores de la parroquia de Monte Olivo y zonas cercanas.
- Finalmente, se recomienda desarrollar futuras investigaciones que evalúen periodos más

prolongados de engorde, diferentes niveles de inclusión (inferiores al 10 % o intermedios entre 10 % y 20 %), así como estudios sobre calidad de la carne, rendimiento a la canal, cortes comerciales y parámetros metabólicos. También sería importante analizar el efecto del suplemento en etapas previas como crecimiento temprano, para determinar si la respuesta productiva varía según la fase fisiológica del animal.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, S., & Arango, P. (2015). Validación de método de medición de grasa dorsal en cerdos en vivo y correlación de la misma con características del cerdo y la canal. Zamorano, Honduras: Zamorano Carrera de Ingeniería Agronómica. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/93939015-3bca-4752-8072-82cf749f55f6/content>
- Aguilera, S., & Arango, P. (2015). Validación de método de medición de grasa dorsal en cerdos en vivo y correlación de la misma con características del cerdo y la canal. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras*, 9-20. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/93939015-3bca-4752-8072-82cf749f55f6/content>
- Alemán, S. (2019). Estudio de la composición físico-química, propiedades funcionales y nutricionales de almidones nativos y modificados extraídos de clones de diferentes variedades de musáceas. *UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA*, 12-16.
- Anais, R. (2021). *PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CARNE DE CERDO EN LA COMUNA EL TAMBO, PROVINCIA DE SANTA ELENA*. Obtenido de Repositorio UPSE: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ce6133bd-c875-47a7-a9a0-fbb00dbc317c/content](https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ce6133bd-c875-47a7-a9a0-fbb00dbc317c/content)
- Araya, Y., Morales, A., Vargas, P., & Wexler, L. (2014). Potencial Tecnológico de harina de plátano verde con cáscara (Musa AAB) como sustituto de grasa para geles cárnicos. *Laboratorio tecnológico de Uruguay*, 9, 51-58.
- Armas, J. (2022). *Los Aminoácidos En La Nutrición Animal*. Obtenido de Pronaca:

<https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/212-aminoacidosnutricion-animal>

Ayala, H. A., Gómez, C. A., & Guerrero, F. E. (2015). Evaluación del efecto de la harina de yuca (*yucca schidigera*) en cerdos (*escrofa domesticus*) en la fase de crecimiento y finalización. *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*.

Agyekum, A. K., & Nyachoti, C. M. (2017). Nutritional and Metabolic Consequences of Feeding High-Fiber Diets to Swine: A Review. *Engineering*, 3(5), 716-725. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.03.010>

Bajaña, S., Cornejo, F., & Setti, D. (2015). Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de banano y su efecto en las propiedades fisicoquímicas del pan tipo molde. *ESPOL*, 65. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/29851>

Baraja, A., & Bonilla, J. (2023). Perspectivas y desafíos en la industria 4.0 para el sector agroindustrial de La Maná: Perspective and challenges in industry 4.0 for La Mana sector. *Revista Científica Multidisciplinaria G-nerando*, 4(2), 848-869. [doi:https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/173](https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/173)

Barreto, J., Calderon, E., Cedeño, V., Chavarria, R., Hidalgo, R., & Rodriguez, M. (2015). *Elaboración de harina de plátano (Musa paradisiaca) a tres temperaturas diferentes para establecer los porcentajes de humedad*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López: https://www.academia.edu/21252630/HARINA_DE_PLATANO

Botello, A., Pérez, K., & Méndez, Y. (2023). *Composición química de intestinos de pollos pre-secados con harinas vegetales: proteína alternativa para la acuicultura*. Obtenido de <https://www.academia.edu/download/105467588/5381.pdf>

Bustán, Y. (2023). *El consumo per cápita de carne de cerdo aumentó 193% en tres décadas en el país*. Obtenido de *Revista Zona Libre*:

<https://www.revistazonalibre.ec/2023/03/27/4645/>

- Campagna, D., Silva, P., & Somenzini, D. (2019). *Evaluación de la composición corporal en cerdos. Apuntes de la cátedra de sistemas de Producción Animal (Producción Porcina)*. Obtenido de Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Rosario: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Evaluacion%20de%20la%20composicion%20corporal%20en%20cerdos
- Carranza, E. (2022). Evaluación efectiva y comportamiento productivo de lechones destetados castrados hormonalmente frente a castrados quirúrgicamente en la Región San Martín. *tesis.unsm.edu.pe*, 50-63.
- Carrión, J. (2020). Análisis del producto interno bruto agrícola ecuatoriano y sus principales. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8638110.pdf>
- Carvajal, L. R. (2023). Parámetros productivos en cerdos de engorde, alimentados con yuca (Manihot esculenta) y banano (Musa paradisiaca) como fuentes energéticas en reemplazo parcial del maíz. *UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABI*, 21-22. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4847/1/Carvajal%20Lucas%20Roosevelt%20Dar%C3%ADo.pdf>
- Castro, A. (2024). *Ranking de países productores, exportadores, importadores y consumidores de carne de cerdo en 2024*. Obtenido de Comunidad Profesional Porcina: https://www.3tres3.com/es-mx/ultima-hora/ranking-porcicultura-mundial-2024_15187/
- Elías, L. (2017). Concepto y tecnologías para la elaboración y uso de harinas compuestas. *Instituto de Nutrición Centro America y Panamá*, 121(2), 179-182.
- FEN, (. E. (2017). Plátano: Banana (Musa acuminata/ Musa paradisiaca). *Fundación Española de la Nutrición*, 295-296.
- Fernández, E., López, B., Santurino, C., & Gómez, C. (2021). Composición nutricional y declaraciones nutricionales del plátano de Canarias (6.a ed., Vol. 38).

- García, M., & Ramírez, L. (2012). Potencial del plátano macho verde para la elaboración de botanas saludables. *Revista Iberoamericana para la Investigación y Desarrollo Educativo*, 3(5), 20-30.
- González, C. (2017). Potencialidad de la producción alternativa de cerdos en Venezuela. *Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía*, 5,7.
- Gorga, L. (2025). *Cadena de carne porcina: situación y perspectivas*. Obtenido de Porcina: <https://www.elsitioporcino.com/news/33700/cadena-de-carne-porcina-situacion-y-perspectivas/>
- GPI, G. P. (2024). *Producto 1: Diagnóstico del Sector Productivo, correspondiente a los sectores Primario, Secundario y Terciario de la Economía Provincial. Subproducto 1.1.- Diagnóstico del Sector Primario: Extracción, Agricultura, Ganadería, Silvicultura, Pesca y otros*. S. Ibarra: Agenda Productiva de Imbabura.
- Gusain, P. (2021). *Producción porcina mundial y mercado de carne de cerdo: tendencias de la industria y pronóstico hasta 2028*. Obtenido de Data Bridgen Market.: <https://www.databridgemarketresearch.com/es/reports/global-hog-production-and-pork-market>
- INEC, & ESPAC. (2025). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. ECUADOR: Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/2024/Presentacion_de_resultados_ESPAC_2024.pdf
- Magaña, M., Leyva, C., Solis, F., & Aguilar, E. (2023). Índices de competitividad de la producción mexicana de carne de cerdo en el mercado internacional. *Atlantic Review of Economics (ARoEc)*, 6(2), 1-19.
- Martínez, E. (2009). Elaboración de harina de plátano para la formulación de productos

- instantáneos tipo atol con bajo y alto contenido de fenilalanina. *Universidad Central de Venezuela, Departamento de Tecnología de Alimentos.*
- McKillup, S. (2005). Important assumptions of analysis of variance: Transformations and a test for equality of variances. En *Statistics Explained: An Introductory Guide for Life Scientists* (pp. 151-161). Cambridge University Press.
- Montesdeoca, I. (2022). Mejoras en los Porcesos de Producción para la crianza de cerdos en la granja Monpal, ubicada en el Cantón Baba,. *Universidad Politécnica Salesiana.*
- Murcia, V. N., Savio, M., Cora, J. F., & Adrián, B. (22 de febrero de 2024). Principios básicos de nutrición porcina. Argentina.
- Noblet, J., & van Milgen, J. (2004). Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. *Journal of Animal Science*, 82(E-Suppl), E229-E238.
https://doi.org/https://doi.org/10.2527/2004.8213_supplE229x
- Orozco, A., & Picón, J. (2011). Plan de exportación de harina de plátano de la empresa Brito Vaca Cia. Ltda. Molino El Fenix de la ciudad de Riobamba al Mercado de Estados Unidos ciudad de Miami. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas.*
- Ortega, A. (2016). Variación del perfil nutricional en pastas alimenticias frescas con el empleo de harina de chufa e hidrocoloides en sn su formulación. *Universidad Politecnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronomica y del Medio Natural.*
- Ovando, M. D. (2009). Harina de plátano verde como ingrediente para aumentar los carbohidratos no digeribles de la pasta. *Química de los Alimentos*, 13-29.
- Pacheco, E., & Testa, G. (2005). Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano. *Interciencia*, 30(5), 12,14.
- Patience, J. F., Rossoni-Serão, M. C., & Gutiérrez, N. A. (2015). A review of feed efficiency in

- swine: Biology and application. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(1), 33.
<https://doi.org/10.1186/s40104-015-0031-2>
- Renaudeau, D., Brochain, J., Giorgi, M., Bocage, B., Hery, M., Crantor, E., Marie-Magdeleine, C., & Archimède, H. (2014). Banana meal for feeding pigs: Digestive utilization, growth performance and feeding behavior. *Animal*, 8(4), 565-571.
<https://doi.org/10.1017/S175173111400010X>
- Renco, C. (2013). *Instructions for using the series 12. Manual para Renco Lean Meater®*. Minneapolis, Estados Unidos: Manual para Renco Lean Meater®.
- Silva, R. L. (2023). Granja porcina autosostenible en el sector Poza Honda, parroquia Patricia Pilar, cantón Buena Fe, provincia Los Ríos, en el país de Ecuador. *Universidad EAFIT*, 15-16.
- Soto Azurduy, V. S. (2010). Cuantificación de almidón total y de almidón resistente en harina de plátano verde (*Musa cavendishii*) y banana verde (*Musa paradisíaca*). *Revista boliviana de química*, 27(2), 94-93. Obtenido de <http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v27n2/v27n2a04.pdf>
- Valverde Lucio, A., Gonzalez-Martínez, A., & Rodero Serrano, E. (2023). Utilization of Cooked Cassava and Taro as Alternative Feed in Enhancing Pig Production in Ecuadorian Backyard System. *Animals*, 13(3), 356. <https://doi.org/10.3390/ani13030356>
- Yagual, L. (2015). Use of banana meal for fattening pigs. Evaluation of banana meal substitution for maize in diets for fattening pigs. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 223-228.
- Zhang, P. Y., Whistler, R. L., BeMiller, J. N., & Hamaker, B. R. (2018). Almidón de plátano: producción, propiedades fisicoquímicas y digestibilidad: una revisión. *entro Whistler para la Investigación de Carbohidratos y Departamento de Ciencia de los Alimentos*,

Universidad de Purdue, West Lafayette, IN 47907-2009, EE. UU., 14-20.

Zhang, P., Whistler, R. L., BeMiller, J. N., & Hamaker, B. R. (2005). Banana starch: Production, physicochemical properties, and digestibility—a review. *Carbohydrate Polymers*, 59(4), 443-458. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.10.014>

Zhang, J. (2025). Assumptions of ANOVA. University of Washington. https://jihongzhang.org/teaching/2025-01-13-Experiment-Design/Lecture04/ESRM64103_Lecture04.html

ANEXOS

Anexo 1

Adquisición de los cerdos



Anexo 2

Alimentación con suplemento y balanceado comercial



Anexo 3

Medición de la acumulación de la grasa dorsal



Anexo 4

Limpieza de corrales de los cerdos



Anexo 5

Pesaje de los animales



Anexo 6

Elaboración de la Harina de plátano (Musa paradisiaca L.)



Anexo 7

Manejo de la temperatura del galpón



Anexo 8


Programa de alimentación de los cerdos según el balanceado (Balproec)


Tabla de consumo de alimento y ganancia de peso

| Edad Días | Semanas | Peso | | Consumo | | Conversión Acumulada |
|--------------|---------|---------------------|--------------------|------------|---------------|-------------------------|
| | | Ganancia diaria (g) | Peso acumulado (g) | Diario (g) | Acumulado (g) | |
| 0 | | | 1.400 | | | |
| 7 | 1 | 0.200 | 2.800 | | | |
| 14 | 2 | 0.242 | 4.400 | 0.029 | 0.20 | 0.05 |
| 21 | 3 | 0.272 | 6.300 | 0.043 | 0.50 | 0.08 |
| 28 | 4 | 0.286 | 8.300 | 0.329 | 2.80 | 0.34 |
| 35 | 5 | 0.328 | 10.600 | 0.386 | 5.50 | 0.52 |
| 42 | 6 | 0.386 | 13.300 | 0.571 | 9.50 | 0.71 |
| 49 | 7 | 0.471 | 16.600 | 0.800 | 15.10 | 0.91 |
| 56 | 8 | 0.571 | 20.600 | 0.986 | 22.00 | 1.07 |
| 63 | 9 | 0.643 | 25.100 | 1.143 | 30.00 | 1.20 |
| 70 | 10 | 0.700 | 30.000 | 1.314 | 39.20 | 1.31 |
| 77 | 11 | 0.735 | 35.150 | 1.500 | 49.70 | 1.41 |
| 84 | 12 | 0.771 | 40.550 | 1.729 | 61.80 | 1.52 |
| 91 | 13 | 0.807 | 46.200 | 1.929 | 75.30 | 1.63 |
| 98 | 14 | 0.835 | 52.020 | 2.157 | 90.40 | 1.74 |
| 105 | 15 | 0.871 | 58.150 | 2.400 | 107.20 | 1.84 |
| 112 | 16 | 0.900 | 64.450 | 2.643 | 125.70 | 1.95 |
| 119 | 17 | 0.918 | 70.950 | 2.829 | 145.50 | 2.05 |
| 126 | 18 | 0.971 | 77.750 | 3.071 | 167.00 | 2.15 |
| 133 | 19 | 0.985 | 84.650 | 3.229 | 189.60 | 2.24 |
| 140 | 20 | 1.000 | 91.650 | 3.386 | 213.90 | 2.33 |
| 147 | 21 | 1.000 | 98.650 | 3.557 | 238.20 | 2.41 |
| 154 | 22 | 1.014 | 105.750 | 3.743 | 264.40 | 2.50 |
| 161 | 23 | 1.000 | 112.750 | 3.929 | 291.90 | 2.59 |
| 168 | 24 | 0.985 | 119.650 | 3.943 | 319.60 | 2.67 |
| 175 | 25 | 0.971 | 126.450 | 3.971 | 347.30 | 2.75 |

Anexo 9

Análisis Bromatológico de la Harina de plátano del Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias Estación Experimental Santa Catalina (INIAP)

|  | ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutugaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340 |  | MC-LSAIA-2201 Rev. 10 | | | |
|---|---|---|---------------------------------|----------------------|-----------|---------|
| INFORME DE ENSAYO N°:25-0147 | | | | | | |
| **NOMBRE DEL PETICIONARIO: Sr. GALLY FABIÁN HERNÁNDEZ CORAL **DIRECCIÓN: IBARRA / IMBABURA FECHA DE EMISIÓN: 2025-12-18 FECHA DE ANÁLISIS: Del 08 al 18 de diciembre del 2025 ANÁLISIS SOLICITADOS: PROXIMAL , ENERGÍA DIGERIBLE | **INSTITUCIÓN: PARTICULAR **ATENCIÓN: Sr. GALLY FABIÁN HERNÁNDEZ CORAL FECHA DE RECEPCIÓN: 2025-12-08 HORA DE RECEPCIÓN: 16:30 | | | | | |
| RESULTADO DE ANALISIS | | | | | | |
| ANÁLISIS | **TIPO DE MUESTRA | CÓDIGO DE LA MUESTRA | MÉTODO INTERNO | METODO DE REFERENCIA | RESULTADO | UNIDAD |
| HUMEDAD | Harina de plátano | 25-0854 | MO-LSAIA-01.01 | U. FLORIDA 1970 | 10,12 | % |
| CENIZAS ^D | Harina de plátano | 25-0854 | MO-LSAIA-01.02 | U. FLORIDA 1970 | 1,42 | % |
| EXTRACTO ETHEREO (EE) ^D | Harina de plátano | 25-0854 | MO-LSAIA-01.03 | U. FLORIDA 1970 | 1,37 | % |
| PROTEINA ^D | Harina de plátano | 25-0854 | MO-LSAIA-01.04 | U. FLORIDA 1970 | 7,39 | % |
| FIBRA ^D | Harina de plátano | 25-0854 | MO-LSAIA-01.05 | U. FLORIDA 1970 | 1,31 | % |
| ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO E.L.N. | Harina de plátano | 25-0854 | MO-LSAIA-01.06 | U. FLORIDA 1970 | 88,51 | % |
| ENERGÍA DIGERIBLE | Harina de plátano | 25-0854 | MO-LSAIA-14 | U. FLORIDA 1974 | 3,60 | Mcal/Kg |
| <p>OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, le corresponde al cliente. Los ensayos marcados con (G) se reportan en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados solo están relacionados con la muestra sometida a ensayo que se detalla en este documento tal como se recibió. El laboratorio se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. NOTA DE DESCARGO: Si el lector de este correo electrónico no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en éste informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Los datos marcados con ** son suministrados por cliente, el laboratorio no se responsabiliza por esta información.</p> | | | | | | |

| RESPONSABLES DEL INFORME | |
|--------------------------|---|
| Nombre | Dr. Iván Samaniego, PhD. |
| Cargo | RESPONSABLE DNC |
| Firma |  |
| Fecha | 2025-12-18 |