

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**CARRERA DE AGROPECUARIA**



**EFFECTO DE DIETAS NO CONVENCIONALES EN CERDOS MESTIZOS (*Sus scrofa domestica* L.) EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO, PEDRO MONCAYO-PICHINCHA**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

**AUTOR:**

Elvis Abraham Cepeda Pilamunga

**DIRECTOR:**

MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.

**Ibarra, Febrero, 2026**

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN**

**CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**EFFECTO DE DIETAS NO CONVENCIONALES EN CERDOS MESTIZOS (*Sus scrofa domestica* L.) EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO, PEDRO MONCAYO-PICHINCHA**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**APROBADO:**

MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.

**DIRECTOR**

\_\_\_\_\_  
FIRMA

Ing. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno, PhD.

**ASESOR**

\_\_\_\_\_  
FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1727678342		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Cepeda Pilamunga Elvis Abraham		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Barrio San Nicolás, Cayambe, Pichincha		
<b>EMAIL:</b>	elviscepeda453@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	+593 983369889	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	+593 983773820

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Efecto de dietas no convencionales en cerdos mestizos ( <i>Sus scrofa domestica</i> L.) en etapa de crecimiento y desarrollo, Pedro Moncayo-Pichincha
<b>AUTOR (ES):</b>	Elvis Abraham Cepeda Pilamunga
<b>FECHA DE APROBACIÓN:</b>	7 de septiembre de 2023
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Agropecuario
<b>DIRECTOR:</b>	MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc

## **1. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD**

Yo, Elvis Abraham Cepeda Pilmunga, con cedula de ciudadanía Nro. 172767834-2, en calidad y titular de los derechos patrimoniales de la obra de trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital, y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el repositorio digital institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior artículo 144.

## **2. CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 11 días del mes de febrero de 2026

### **EL AUTOR:**

.....

Elvis Abraham Cepeda Pilamunga

CI: 172767834-2

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Elvis Abraham Cepeda Pilamunga, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 11 días del mes de febrero de 2026

---

MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR**

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía: FICAYA-UTN**

**Fecha:** Ibarra, a los 11 días del mes de febrero de 2026

**Nombres y Apellidos:** Elvis Abraham Cepeda Pilamunga. Efecto de dietas no convencionales en cerdos mestizos (*Sus scrofa domestica* L.) en etapa de crecimiento y desarrollo, Pedro Moncayo-Pichincha.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 11 días del mes de febrero de 2026.

**DIRECTOR (A):** MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de dietas no convencionales en cerdos mestizos (*Sus scrofa domestica* L.) en etapa de crecimiento y desarrollo, Pedro Moncayo-Pichincha

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar el efecto de dietas no convencionales sobre los parámetros zootécnicos en la producción de cerdos.
- Realizar un análisis económico de cada uno de los niveles en estudio al finalizar la experimentación.

.....  
MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.

**Director de Trabajo de Integración Curricular**

.....  
Elvis Abraham Cepeda Pilamunga

**Autor**

## AGRADECIMIENTO

*Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por ser mi guía espiritual, por darme la sabiduría y la fortaleza necesaria para no desmayar ante las dificultades y permitirme culminar esta meta con salud.*

*De igual manera, agradezco a mi Director de Trabajo de integración curricular, por su calidad humana y profesional. Gracias por su paciencia y comprensión, especialmente en los momentos difíciles donde el tiempo apremiaba. Su dirección y sus conocimientos fueron fundamentales para llegar a este momento.*

*Un agradecimiento especial a mi tío Neptaly, por su generoso apoyo al facilitarme sus instalaciones; su colaboración fue decisiva para la ejecución práctica de esta investigación.*

*A mi "gran ayuda": mi tía Victoria, mis primos David y Brandon, y mi hermano Jhonny. Gracias por el apoyo incondicional, por el trabajo duro y por darme ánimos cuando más lo necesitaba.*

*Finalmente, a mis padres Benjamín y Martha, gracias por todo su sacrificio y amor.*

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo de titulación a mis padres, Benjamín y Martha.*

*A ti, mamá, por ser mi mayor inspiración; tu amor inquebrantable y tu ejemplo de lucha han sido la luz que guía mis pasos. A ti, papá, por creer siempre en mí y enseñarme el valor del esfuerzo.*

*A mi hermano Jhonny, por estar siempre a mi lado.*

## INDICE DE CONTENIDO

<b>INDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XV</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>17</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>17</b>
1.1 Antecedentes.....	17
1.2 Problema.....	18
1.3 Justificación.....	19
1.4 Objetivos .....	20
1.4.1 Objetivo general.....	20
1.4.2 Objetivos específicos.....	20
1.5 Hipótesis.....	20
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>21</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>21</b>
2.1 Generalidades .....	21
2.1.1 Origen del cerdo.....	21
2.1.2 Anatomía digestiva del cerdo .....	21
2.1.3 Fisiología del sistema digestivo del cerdo.....	22
2.2 Etapas de producción del cerdo .....	22
2.2.1 Destete.....	23
2.2.2 Crecimiento.....	23
2.2.3 Desarrollo y engorde .....	23
2.3 Nutrición.....	24
2.3.1 Nutrición del cerdo.....	24
2.3.2 Alimentación y agua.....	25
2.4 Materias primas no convencionales .....	25
2.4.1 Yuca (Manihot esculenta).....	25
2.4.2 Banano (Musa spp.) .....	26
2.5 Concentrado Proteico .....	26
2.6 Fermentos .....	26
2.6.1 Fermento de yuca .....	26
2.6.2 Fermento de banano .....	27
2.7 Marco Legal.....	27
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>29</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 Caracterización del área de estudio.....	29

3.1.1 Ubicación política y geográfica. ....	29
3.3 Métodos.....	30
3.3.1 Factor en estudio .....	31
3.3.2 Niveles.....	31
3.3.3 Cantidad de alimento por nivel.....	31
3.3.4 Diseño experimental.....	32
3.3.5 Características del experimento.....	33
3.3.6 Características de la unidad experimental .....	33
3.3.7 Análisis estadístico.....	33
3.4 Variables evaluadas.....	33
3.4.1 Ganancia de peso .....	34
3.4.2 Conversión alimenticia .....	34
3.4.3 Consumo de alimento.....	35
3.4.4 Alzada a la cruz.....	35
3.4.5 Análisis económico de los niveles .....	35
3.5 Manejo específico del experimento .....	35
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>37</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
4.1 Ganancia de peso (kg <sup>-1</sup> ).....	37
4.2 Consumo de alimento (kg <sup>-1</sup> ) .....	39
4.3 Conversión alimenticia .....	41
4.4 Alzada a la Cruz (cm) .....	42
4.5 Análisis económico por nivel .....	44
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>46</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES .....</b>	<b>46</b>
5.1 Conclusiones.....	46
5.2. Recomendaciones .....	46
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>53</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Requerimientos nutricionales de cerdos en sus diferentes etapas de crecimiento. ...</i>	24
Tabla 2	<i>Valores nutricionales referenciales del fermento a base de yuca.....</i>	26
Tabla 3	<i>Valores nutricionales referenciales del fermento a base del banano .....</i>	27
Tabla 4	<i>Situación geográfica y características de la localidad de Tabacundo .....</i>	29
Tabla 5	<i>Materiales, equipos e insumos .....</i>	30
Tabla 6	<i>Descripción de dietas por niveles a evaluarse en el estudio junto a su codificación.</i>	31
Tabla 7	<i>Descripción de las características del experimento.....</i>	33
Tabla 8	<i>Características iniciales de los niveles en estudio.....</i>	33

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Anatomía del sistema digestivo del cerdo</i> .....	21
Figura 2 <i>Etapas productivas del cerdo.</i> .....	23
Figura 3 <i>Georreferenciación del área de estudio – Tabacundo – Pedro Moncayo - Pichincha</i> .....	29
Figura 4 <i>Diseño experimental (DBCA) según las características del lugar.</i> .....	32
Figura 5 <i>Actividades realizadas en la experimentación</i> .....	36
Figura 6 <i>Resultados de la ganancia de peso (kg) en los cerdos evaluados durante 10 semanas.</i> .....	38
Figura 7 <i>Resultados del consumo de alimento (kg) en cerdos durante 10 semanas de estudio.</i> .....	40
Figura 8 <i>Resultados de la conversión alimenticia en cerdos por semanas.</i> .....	41

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Costo de producción de 100 kg de Fermento de yuca</i> .....	53
Anexo 2 <i>Costo de producción de 100 kg de Fermento de banano</i> .....	53
Anexo 3 <i>Precios de balanceados y concentrado proteico utilizados en la investigación.</i> .....	53
Anexo 4 <i>Pesos de cerdos faenados y precios por libra</i> .....	53
Anexo 5 <i>Documentación legal de adquisición de cerdos.</i> .....	54
Anexo 6 <i>Preparación de las dietas evaluadas en la investigación.</i> .....	54
Anexo 7 <i>Dietas preparadas a suministrar en la investigación</i> .....	55
Anexo 8 <i>Toma de datos de las variables evaluadas en la investigación</i> .....	55
Anexo 9 <i>Desinfección y limpieza de instalaciones previo a la investigación</i> .....	55
Anexo 10 <i>Fichas técnicas de balanceados y concentrado proteico</i> .....	56

# **Efecto de dietas no convencionales en cerdos mestizos (*Sus scrofa domestica* L.) en etapa de crecimiento y desarrollo, Pedro Moncayo-Pichincha**

Elvis Abraham Cepeda Pilamunga

Universidad Técnica del Norte

Correo: [elviscepeda453@hotmail.com](mailto:elviscepeda453@hotmail.com)

## **RESUMEN**

La producción del cerdo (*Sus scrofa domestica*), es valorada a nivel mundial por el rápido crecimiento y engorda, además de su rendimiento a la canal y su carne rica en nutrientes y grasas esenciales. Sin embargo, la producción enfrenta desafíos como la alimentación balanceada y los costos de producción elevados. El objetivo de este estudio fue evaluar estrategias de alimentación alternativa que mejoren su rendimiento en los parámetros zootécnicos, así como la optimización de recursos económicos. Para el estudio se utilizó un Diseño Completo al Azar con 9 unidades experimentales (cerdos macho castrados) de 3 meses de edad, Con dos dietas, (N1) Fermento de yuca 50 % + concentrado proteico 50 %, y (N2) Fermento de banano 60 % + Concentrado proteico 40 %, y (N3) Balanceado comercial como testigo, evaluando su efecto en la ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento, alzada a la cruz y análisis económico. Los resultados del análisis de varianza para la ganancia de peso indicaron ( $p=0.0433$ ) donde (N2) obtuvo un promedio de  $36.37 \pm 4.50$ ,  $\text{kg}^{-1}$  con respecto a (N1) con  $51.93 \pm 3.42$ ,  $\text{kg}^{-1}$  y (N3) con de  $56.7 \pm 3.5$ ,  $\text{kg}^{-1}$ , para la conversión alimenticia el análisis de varianza fue ( $p= 0.0474$ ) donde (N3) obtuvo un promedio de  $2.68 \pm 0.34$  con respecto a (N1) con  $3.79 \pm 0.34$  y (N2) con  $5.07 \pm 0.34$ . Se concluye que (N3) obtuvo efectos positivos en los parámetros zootécnicos, seguido de N1, al contrario de (N2) que obtuvo un efecto negativo en los parámetros zootécnicos evaluados.

**Palabras Clave:** Fermento, parámetros, nutrición, dietas

**Effect of unconventional diets on crossbreed pigs (*Sus scrofa domestica* L.) in the growth and development stages, Pedro Moncayo-Pichincha**

Elvis Abraham Cepeda Pilamunga

Universidad Técnica del Norte

Correo: elviscepeda453@hotmail.com

**ABSTRACT**

Swine (*Sus scrofa domestica*) production is valued worldwide for its rapid growth and fattening, as well as its carcass yield and meat rich in nutrients and essential fats. However, production faces challenges such as balanced feeding and high production costs. The objective of this study was to evaluate alternative feeding strategies that improve performance in zootechnical parameters, as well as optimize economic resources. A completely randomized design was used with nine experimental units (castrated male pigs) of three months of age. Two diets were used: (N1) 50% cassava ferment + 50% protein concentrate, and (N2) 60% banana ferment + 40% protein concentrate. (N3) Commercial feed was used as a control. The effects of each diet were evaluated on weight gain, feed conversion ratio, feed intake, height at the withers, and economic analysis. The results of the analysis of variance for weight gain indicated ( $p=0.0433$ ) that (N2) obtained an average of  $36.37 \pm 4.50 \text{ kg}^{-1}$  compared to (N1) with  $51.93 \pm 3.42 \text{ kg}^{-1}$  and (N3) with  $56.7 \pm 3.5 \text{ kg}^{-1}$ . For feed conversion ratio, the analysis of variance was ( $p=0.0474$ ) where (N3) obtained an average of  $2.68 \pm 0.34$  compared to (N1) with  $3.79 \pm 0.34$  and (N2) with  $5.07 \pm 0.34$ . It is concluded that (N3) had positive effects on the zootechnical parameters, followed by N1, while (N2) had a negative effect on the evaluated zootechnical parameters.

Keywords: Ferment, parameters, nutrition, diets

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

La carne de cerdo constituye una fuente de proteína de alto valor nutritivo, esencial para la alimentación de las personas, especialmente en el crecimiento y desarrollo óseo infantil. Este alimento se caracteriza por su alta digestibilidad y por ser una fuente de vitaminas del complejo B (B6 y B12), las cuales fortalecen el sistema inmunológico y ayudan a la salud en general. De igual manera, Ramos (2021) destaca que su consumo contribuye al mantenimiento de la masa muscular, siendo además una carne de textura suave y fácil de consumir.

En el contexto global, Shahbandeh (2023) menciona que las proyecciones de carne porcina indicaron buenos índices para el comercio mundial de este rubro, sustentadas principalmente en la fuerte demanda del mercado chino y las mejoras en productividad en países como Estados Unidos y Canadá. También, en el caso del país de Filipinas se visualizaron oportunidades interesantes dada su escasez local de carne de cerdo, lo que ha incrementado una fuerte demanda de productos del exterior.

En el contexto nacional, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022) reportó que en el año 2021 existían 2,49 millones de cabezas de ganado porcino en Ecuador. La región sierra concentró la mayor población de porcinos con 1,62 millones de cabezas, destacando a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas con el 22,37% del total nacional, seguido por la región Litoral con 0,81 millones y la Amazonía con 0,06 millones. De acuerdo con la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE, 2023), la producción anual de carne porcina asciende a 206,000 toneladas, con un consumo per cápita de 11 kg/año.

Sin embargo, la sostenibilidad de esta producción enfrenta desafíos económicos. La alimentación convencional, basada en balanceados comerciales, implica costos elevados estimados en 471.9 USD por animal, en contraste, los sistemas de alimentación que añaden ingredientes no convencionales logran reducir estos costos a 347.06 USD, optimizando la rentabilidad de las piaras (Gómez & Silva, 2015).

En los sectores con menor tecnificación o traspatio, es común el uso de dietas alternativas basadas en desperdicios alimenticios (restaurantes y hogares). Aunque Socialab (2023) menciona que esta práctica reduce costos, pero también advierte sobre el riesgo sanitario y la

necesidad de esterilización mediante cocción para evitar la transmisión de enfermedades. Por esta razón, surgen alternativas vegetales más seguras. Pacheco (2022) señala que ingredientes como el polvillo de arroz y el banano precocido pueden sustituir hasta un 12% del maíz en dietas de crecimiento (15 a 38 kg<sup>-1</sup>) sin afectar el comportamiento productivo, aportando 3100 kcal/kg<sup>-1</sup> de energía metabolizable.

En particular sobre los tubérculos, Lezcano et al. (2014) identifica a la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) ensilada, o yogurt de yuca, como uno de los sustitutos más eficientes ante el maíz, capaz de cubrir los requerimientos energéticos en la etapa de crecimiento. Además, el proceso de fermentación reduce el contenido de ácido cianhídrico, garantizando la inocuidad del alimento (Reina et al., 2022). Por otro lado, el banano de rechazo, dada la gran abundancia en la zona, representa otra fuente potencial de carbohidratos, siempre que se apliquen tratamientos térmicos o fermentativos para disminuir los taninos y mejorar su digestibilidad (Mendoza, 2014).

## **1.2 Problema**

La producción porcina mundial presenta una brecha marcada: por un lado, sistemas industriales altamente tecnificados y, por otro, sistemas tradicionales a pequeña escala. Estos últimos, aunque demuestran la viabilidad de modelos alternativos, a menudo carecen de eficiencia técnica (Conejo, 2016). Históricamente, la producción no tecnificada se asociaba con malas condiciones sanitarias y alimentación basada en desechos, lo que tildó a la carne de cerdo como un vector de enfermedades (Orozco, 2014).

En la actualidad, el principal obstáculo para el productor es lo económico. La alimentación representa entre el 80% y el 85% de los costos totales de producción, siendo el factor determinante de la rentabilidad así menciona (Zuluaga, 2020). La dependencia de granos tradicionales de otros países y los precios altos de los balanceados comerciales afectan directamente el margen de ganancia del poricultor y el precio final al consumidor (García, 2012).

Para disminuir el impacto de los costos sin sacrificar los requerimientos nutricionales, la tendencia actual se encamina hacia el uso de recursos locales (Contino, 2008). Sin embargo, en la zona de estudio existe un desconocimiento sobre cómo elaborar y aprovechar de mejor manera el rechazo de banano y yuca. El suministro de estos productos en estado crudo suele

generar bajos rendimientos debido a factores antinutricionales, lo que obliga al productor a seguir dependiendo del balanceado comercial.

Por lo tanto, la presente investigación busca validar el uso de fermento de yuca y fermento de banano como estrategias para reducir la dependencia de insumos externos, analizando su impacto real sobre los parámetros zootécnicos y, fundamentalmente, sobre la viabilidad económica del sistema productivo.

### **1.3 Justificación**

La diversificación de la dieta porcina mediante el uso de residuos agrícolas constituye una oportunidad estratégica para el Ecuador, país con alta disponibilidad de cultivos tropicales (Gutiérrez, 2017). Al ser animales monogástricos con gran capacidad de adaptación, los porcinos pueden aprovechar eficientemente algunos subproductos convirtiéndolos en proteína y energía de alta calidad.

Desde el punto de vista económico, la investigación se justifica en la necesidad de reducir los costos de producción, específicamente en la etapa de engorde ( $80 \text{ kg}^{-1}$  a sacrificio), donde existe el mayor consumo de alimento. Metalteco (2023) sugiere que ajustar las proporciones de nutrientes utilizando fuentes alternativas permite cubrir los requerimientos de energía neta y lisina de manera más económica.

En este sentido, Almaguel (2011) menciona que el ensilado de yuca enriquecido ofrece una fuente de energía estable que no compromete el rendimiento productivo. Validar esta tecnología, junto con el aprovechamiento del banano de rechazo, permitirá a los productores locales disminuir la compra de maíz y otros productos energéticos, fomentando un modelo de porcicultura más sostenible, resilientes a las fluctuaciones del mercado y socialmente responsable al aprovechar la biomasa disponible en la piara.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo general***

- Evaluar el efecto de dietas no convencionales en cerdos mestizos (*Sus scrofa domestica* L.) en etapa de crecimiento y desarrollo en Pedro Moncayo- Pichincha.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Determinar el efecto de dietas no convencionales sobre los parámetros zootécnicos en la producción de cerdos.
- Realizar un análisis económico de cada uno de los niveles en estudio al finalizar la experimentación.

## **1.5 Hipótesis**

- $H_0$ : La alimentación no convencional con fermento de yuca y fermento de banano como una adición al alimento balanceado, no influye en los parámetros zootécnicos del cerdo.
- $H_a$ : La alimentación no convencional con fermento de yuca y fermento de banano como una adición con el alimento balanceado influye en los parámetros zootécnicos del cerdo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Generalidades

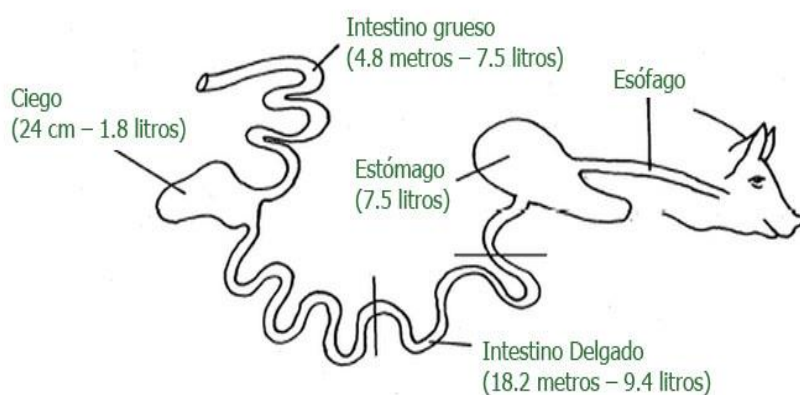
##### 2.1.1 Origen del cerdo

El origen y domesticación del cerdo es un tema de amplia discusión en la actualidad; distintas fuentes afirman que este proceso comenzó aproximadamente hace siete mil años a.C., lo que lo convertiría en uno de los primeros animales domesticados para la alimentación de las poblaciones antiguas. Se menciona que, en el Medio Oriente, los cerdos salvajes se acercaron a las comunidades de agricultores atraídos por los desechos de comida, propiciando su domesticación, similar a otras especies como cabras y ovejas. Existen evidencias de que los antiguos egipcios criaban y consumían cerdos desde épocas predinásticas, tal como lo muestran varios relieves históricos. Incluso, se han hallado restos de cisticercosis en momias, lo que sugiere su consumo desde tiempos remotos (Williams, 2023).

##### 2.1.2 Anatomía digestiva del cerdo

El sistema digestivo de los cerdos presenta una gran capacidad de adaptación a alimentos completos a base de concentrados. Todo el tracto gastrointestinal es comparativamente simple en términos de los órganos involucrados, los cuales están conectados por tractos que van desde la boca hasta el ano (DeRouchey, 2014). En la figura 1 se detalla la anatomía digestiva del cerdo.

**Figura 1** Anatomía del sistema digestivo del cerdo



*Nota.* Adaptado de *Sistema digestivo del cerdo: anatomía y funciones*, por J. DeRouchey, 2014, El Sitio Porcino.

### **2.1.3 Fisiología del sistema digestivo del cerdo**

**2.1.3.1 La boca.** Cumple un papel fundamental no solo para la ingesta del alimento, sino también para la reducción inicial del tamaño de las partículas a través de la masticación. Los dientes tienen la función principal de moler para incrementar el área de superficie del alimento, mientras que la primera reacción química digestiva ocurre cuando este se mezcla con la saliva (DeRouche, 2014).

**2.1.3.2 El estómago.** Es un órgano muscular responsable de almacenar, iniciar la descomposición de nutrientes y pasar el alimento digerido hacia el intestino delgado. El estómago posee cuatro áreas diferenciadas: la región del esófago, la región de las glándulas cardias, y las regiones de las glándulas fúndicas y pilóricas (DeRouche, 2014).

**2.1.3.3 Intestino delgado, páncreas e hígado.** El intestino delgado es el sitio principal de absorción de nutrientes y se divide en tres secciones, siendo la primera el duodeno. Este tiene aproximadamente 12 pulgadas de largo y recibe los conductos del páncreas y el hígado. El páncreas tiene funciones exocrinas (segregar enzimas digestivas y bicarbonato) y endocrinas (secreción de insulina y glucagón). Asimismo, la bilis, producida por el hígado y almacenada en la vesícula biliar, es segregada hacia el duodeno para facilitar la digestión de grasas (DeRouche, 2014).

**2.1.3.4 Intestino grueso.** También llamado intestino posterior, comprende cuatro secciones importantes. La digesta proveniente del intestino delgado pasa al ciego, el cual posee una porción final ciega. Posteriormente, el ciego se conecta con el colon, donde el tránsito continúa hacia el recto y el ano para la excreción de los desechos (DeRouche, 2014).

## **2.2 Etapas de producción del cerdo**

El ciclo productivo se puede dividir en fases que van desde el destete hasta el engorde o finalización. La duración de este ciclo está determinada por la línea genética y el manejo técnico de cada granja (Vargas et al., 2018).

### 2.2.1 Destete

Esta fase inicia tras la separación de los lechones de la madre. Se suele dividir en dos subfases para cumplir los requerimientos nutricionales: la fase uno, desde los 8 kg<sup>-1</sup> hasta los 12 kg<sup>-1</sup>; y la fase dos, desde los 12 kg<sup>-1</sup> hasta los 18 kg<sup>-1</sup>. Posteriormente, la fase de inicio (Fase 3) abarca desde los 18 kg<sup>-1</sup> hasta los 30 kg<sup>-1</sup>. Se recomienda el suministro de alimento *ad libitum* para maximizar el crecimiento (Vargas et al., 2018).

### 2.2.2 Crecimiento

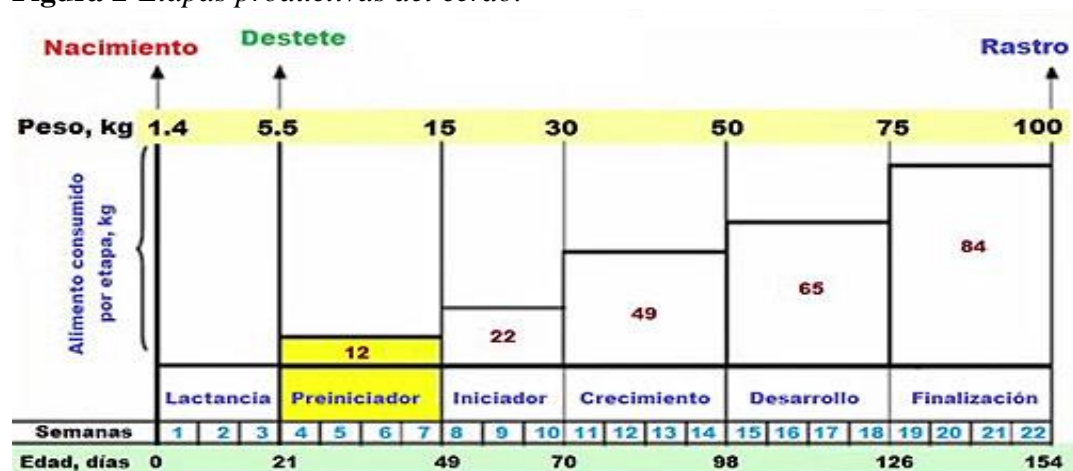
Este periodo comienza a los 30 kg<sup>-1</sup> de peso vivo. En esta etapa, el animal incrementa significativamente su ganancia de peso, aumenta el consumo voluntario y mejora su eficiencia alimenticia. La fase finaliza cuando el cerdo alcanza un peso promedio de 50 kg<sup>-1</sup> (Vargas et al., 2018).

### 2.2.3 Desarrollo y engorde

Esta etapa, que continúa tras el crecimiento, se caracteriza por la deposición de tejido magro y grasa. Dependiendo de la literatura y la raza, esta fase se extiende hasta que el animal alcanza el peso de mercado, que puede variar entre 90 y 110 kg<sup>-1</sup> (Vargas et al., 2018).

A continuación, se muestra las etapas productivas del cerdo.

**Figura 2** Etapas productivas del cerdo.



*Nota.* Recuperado de Nutrición de los cerdos en crecimiento y finalización, por El Sitio Porcino

## 2.3 Nutrición

El término nutrición hace referencia al correcto aprovechamiento de los nutrientes ingeridos, mientras que la alimentación es el acto de proveer los insumos para satisfacer dichos requerimientos (Murcia et al., 2021).

### 2.3.1 Nutrición del cerdo

En la nutrición del cerdo, los requerimientos nutricionales dependen de factores como la raza, genética, sexo, etapa de desarrollo, estado sanitario, entre otros (Murcia et al., 2021). En la Tabla 1 muestra los requerimientos nutricionales más importantes en la alimentación para cerdos.

**Tabla 1** *Requerimientos nutricionales de cerdos en sus diferentes etapas de crecimiento.*

Concepto	Unidad	20 – 60 kg <sup>-1</sup>	60 – 100 kg <sup>-1</sup>	>100 kg <sup>-1</sup>
Proteína Cruda	%	16.2 – 18	14.8 – 17	13.2 – 15.1
Grasa Cruda	%	4 – 8	4 – 8	4 – 8
Fibra Cruda	%	3.4 – 5.4	3.5 – 6.3	3.7 – 6.5
Ceniza	%	-	-	-
Humedad	%	13	13	13

*Nota.* Datos tomados de Normas FEDNA para el ganado porcino, por FEDNA, 2013

**2.3.1.1 Proteína.** Expresada como proteína bruta, representa la cantidad de aminoácidos y componentes nitrogenados esenciales para la formación de tejido (Murcia et al., 2021).

**2.3.1.2 Energía.** Expresada en kilocalorías de Energía Digestible (Kcal ED), proviene principalmente de hidratos de carbono y lípidos.

**2.3.1.3 Fibra.** Monroy (2021) indica que se determinan dos grupos: carbohidratos amiláceos y polisacáridos no amiláceos (PNA).

**2.3.1.4 Extracto etéreo.** Se refiere al contenido de lípidos o grasas (animales o vegetales) en los ingredientes, determinado por extracción con solventes (Villanueva, 2023).

**2.3.1.5 Cenizas.** Representa el residuo inorgánico tras la calcinación de la materia orgánica, indicando la cantidad total de minerales en la dieta (Villanueva, 2023).

**2.3.1.6 Humedad.** No debe superar el 12% en alimentos almacenados para evitar el crecimiento fúngico (Villanueva, 2023).

### **2.3.2 Alimentación y agua**

Es crucial cubrir las necesidades nutricionales durante la curva de crecimiento muscular, que forma una meseta a los 60 kg<sup>-1</sup> de peso vivo antes de declinar (Murcia et al., 2021). Respecto al agua, esta comprende el 75% del peso corporal y es vital para la termorregulación, transporte de nutrientes y procesos metabólicos (Murcia et al., 2021)

## **2.4 Materias primas no convencionales**

Son ingredientes alternativos que permiten reducir costos y aprovechar residuos agroindustriales (Agudelo & Mesa, 2021). Castro y Martínez (2015) destacan la amplia gama de subproductos, como los derivados de la caña de azúcar, yuca y banano, que pueden integrarse en la dieta porcina

### **2.4.1 Yuca (*Manihot esculenta*)**

Conocida por su eficiencia en la producción de carbohidratos, la yuca posee un alto porcentaje de almidón en materia seca y se adapta a condiciones climáticas adversas (Ulcuango, 2022).

### 2.4.2 Banano (*Musa spp.*)

En Ecuador, grandes volúmenes de banano de rechazo se desperdician. Sin embargo, por su composición química rica en carbohidratos, ofrece la posibilidad de obtener un producto de valor agregado para la nutrición animal (Vargas, 2018).

## 2.5 Concentrado Proteico

Es todo ingrediente o mezcla que aporta una alta concentración de proteína (mayor al 20% PB) o energía por unidad de volumen. Los concentrados proteicos suelen tener bajo contenido de fibra y son esenciales para equilibrar dietas basadas en tubérculos o frutas, las cuales son energéticas pero deficitarias en proteína (Nutriar, 2022).

## 2.6 Fermentos

El ensilado o fermentación de residuos agrícolas es una técnica que garantiza la conservación y calidad nutricional del alimento a largo plazo. Los microorganismos benéficos generados mejoran la salud intestinal del cerdo, favoreciendo el consumo y la conversión alimenticia (Caicedo et al., 2023).

### 2.6.1 Fermento de yuca

Morales (2022) detalla el perfil nutricional del fermento de yuca, destacando su alto contenido de materia seca y extracto no nitrogenado (carbohidratos), tal como se observa en la tabla 2.

**Tabla 2** Valores nutricionales referenciales del fermento a base de yuca

Nutrientes	Unidad	Raíz - Húmeda	Base	Raíz - Base Seca
Materia seca	%	35.00		89.40
Proteína cruda	%	1.12		3.19
E.M	Mcal/kg <sup>-1</sup>	1.20		3.43
Extracto etéreo	%	0.27		0.77
Extracto no nitrogenado	%	30.88		77.64
Fibra cruda	%	1.44		4.10
Ceniza	%	1.30		3.70
Calcio	%	1.30		0.15
Fósforo	%	0.005		0.11

*Nota.* Adaptado de Morales (2022)

Diversas investigaciones han validado el uso de yuca fermentada en la dieta. Lezcano et al. (2014) demostraron que el ensilado de yuca puede sustituir totalmente al maíz en dietas de

cerdos en crecimiento, sin afectar la ganancia diaria de peso, siempre que se ajuste el balance proteico. Asimismo, Morales (2022) reportó en su estudio una ganancia de peso de 827 g/cerdo tras 42 días de suministro, con una conversión alimenticia eficiente de 2.60 kg<sup>-1</sup> de alimento por kg<sup>-1</sup> de peso ganado. Esto confirma que el proceso de fermentación mejora la digestibilidad del almidón y reduce los costos de producción al aprovechar la alta productividad de la yuca (25 toneladas de raíces frescas por hectárea).

### 2.6.2 Fermento de banano

El fermentado de banano se caracteriza por ser un alimento energético, aunque en estado crudo posee taninos que limitan su consumo, la fermentación o cocción mejora su perfil nutricional (Mendoza, 2014). En la Tabla 3 se detalla los valores nutricionales del fermento de banano

**Tabla 3** Valores nutricionales referenciales del fermento a base del banano

Nutrientes	Unidad	banano	banano maduro
Humedad	%	79.1	80.38
Proteína cruda	%	1.17	1.09
Extracto etéreo	%	0.43	0.17
Fibra cruda	%	0.29	1.02
Extracto libre de N	%	17.91	16.26
Cenizas	%	1.06	1.08
E. D	Kcal/kg <sup>-1</sup>	667*	636*

*Nota.* Adaptado de Mendoza (2014).

## 2.7 Marco Legal

La presente investigación se sustenta en la normativa legal vigente, la cual prioriza la soberanía alimentaria, la investigación científica y el desarrollo sostenible del sector agropecuario.

En primera instancia, la investigación se fundamenta en la Constitución de la República del Ecuador de 2008. El artículo 387 establece como responsabilidad del Estado promover la generación y producción de conocimiento, fomentando la investigación científica y tecnológica para potenciar la producción nacional y elevar la eficiencia de los sectores productivos (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Asimismo, el artículo 281 consagra la soberanía alimentaria como un objetivo estratégico y una obligación estatal para garantizar la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados. En este contexto, la búsqueda de alternativas nutricionales locales para la porcicultura responde directamente al mandato de reducir la dependencia de insumos

importados. Finalmente, el artículo 71 reconoce a la naturaleza como sujeto de derechos, lo cual implica que cualquier modelo de producción animal debe respetar los ciclos vitales y garantizar el bienestar de las especies involucradas (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

A nivel de políticas públicas, el estudio se alinea con las directrices del Plan Nacional de Desarrollo "Ecuador No Se Detiene" 2025-2029. Esta investigación contribuye específicamente al Eje de Reactivación Productiva y Bioeconomía, el cual busca transformar la matriz productiva agrícola mediante la innovación tecnológica y el aprovechamiento eficiente de recursos locales.

El Plan, en su objetivo de fortalecer las cadenas de valor agropecuarias, incentiva prácticas que reduzcan los costos de producción para los pequeños y medianos productores y mitiguen el desperdicio de alimentos (como el rechazo de banano y yuca). Al validar el uso de fermentos como sustitutos del balanceado comercial, este trabajo aporta al cumplimiento de las metas nacionales de sostenibilidad económica y tecnificación del campo, promovidas por la Secretaría Nacional de Planificación

En el ámbito global, el estudio se acoge a los compromisos de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. De manera específica, se vincula con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 2: Hambre Cero, el cual persigue poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y promover la agricultura sostenible.

Esta investigación fundamenta su accionar en la Meta 2.4, que insta a asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad. Al proponer un modelo de alimentación porcina basado en subproductos de la zona, se contribuye directamente a la mejora de la nutrición y a la protección de los ecosistemas, reduciendo la huella de carbono asociada al transporte de granos importados (ONU, 2015).

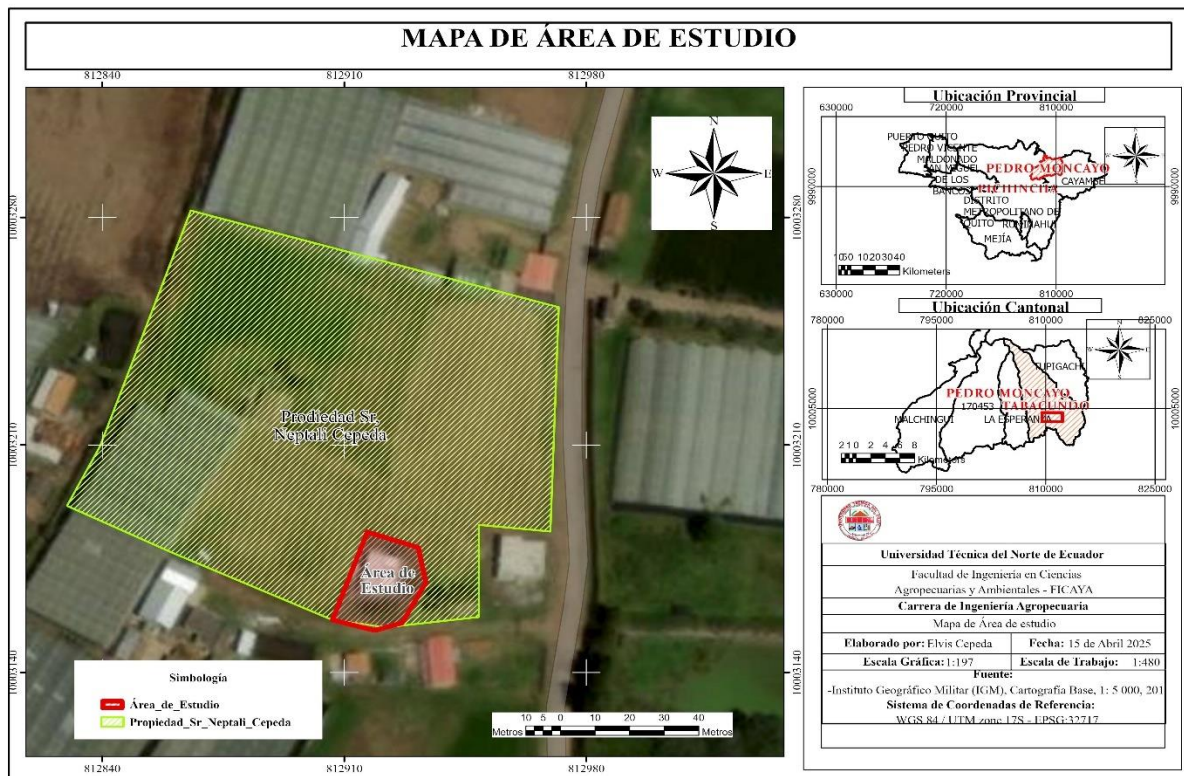
# CAPITULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Caracterización del área de estudio

La presente investigación se realizó en la comunidad Luis Freire perteneciente a la parroquia Tabacundo del cantón Pedro Moncayo de la provincia de Pichincha.

**Figura 3** Georreferenciación del área de estudio – Tabacundo – Pedro Moncayo - Pichincha



*Nota.* Realizado en el programa de georreferenciación ArcGIS pro.

#### 3.1.1 Ubicación política y geográfica.

Las características y la situación geográfica del área de estudio se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4** Situación geográfica y características de la localidad de Tabacundo

Provincia	Pichincha
Cantón	Pedro Moncayo
Parroquia	Tabacundo
Lugar	Comunidad Luis Freire Sector 3
Latitud	0.028642

---

Longitud	-78.189011
Altitud	2877 msnm
Temperatura promedio	18 °C

---

Fuente: INAMHI 2025

### 3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

A continuación, se menciona los materiales equipos e insumos a utilizados en la investigación

**Tabla 5** *Materiales, equipos e insumos utilizados en la investigación.*

---

Materiales	Materiales biológicos	Equipos	Insumos
Comederos.	Cerdos	Báscula digital	Balanceado
Bebedores.		Bomba de mochila	Concentrado proteico
Tablas.		Gramera Digital	Melaza
Libro de campo.		Cinta métrica	Sales Minerales
Material de oficina.		Termo higrómetro	Vitaminas
Material de aseo.		Computadora	Desparasitantes
Tachos y baldes plásticos.		Celular	Agua
Guantes.		Calculadora	Yuca
Overol			banano

---

### 3.3 Métodos

La presente investigación fue realizada, en la comunidad Luis Freire cantón Pedro Moncayo, Pichincha, utilizando 9 cerdos de un aproximado de 30 kg<sup>-1</sup> de peso vivo de raza mestiza (Yorshire x Duroc) solo machos castrados.

Se evaluaron dos dietas no convencionales, la primera a base de fermento de yuca y la segunda con fermento de banano, ambas incluyendo un concentrado proteico. Adicionalmente, se incluyó un testigo alimentado con balanceado comercial.

Este estudio fue de tipo cuantitativo donde se midió 4 variables de los parámetros zootécnicos, y 1 variable económica, los datos se tabularon cada semana los cuales fueron procesados en la herramienta estadística Infostat versión 2020.

### 3.3.1 Factor en estudio

El factor en estudio comprendió 3 dietas

- N1= (Fermento de yuca + concentrado proteico)
- N2= (Fermento de banano + concentrado proteico)
- N3 = Balanceado comercial.

### 3.3.2 Niveles

La Tabla 6 indica la distribución de niveles donde: N1 es la dieta con fermento de yuca + concentrado proteico la relación es de 50 / 50 %, N2 es la dieta con fermento de banano + concentrado proteico con relación 60 / 40 % y N3 es la dieta testigo representada por un balanceado comercial.

**Tabla 6** Descripción de dietas por niveles a evaluarse en el estudio junto a su codificación.

Niveles	Descripción	Codificación
N1.	Dieta con fermento de yuca 50 % + concentrado proteico 50 %	B1N1, B2N1, B3N1
N2.	Dieta con fermento de banano 60 % + concentrado proteico 40 %	B1N2, B2N2, B3N2
N3.	Testigo – Balanceado comercial 100%	B1N3, B2N3, B3N3

*Nota.* N1= Nivel 1, N2= Nivel 2, N3= Nivel 3, B1= Bloque 1, B2= Bloque 2, B3= Bloque 3

### 3.3.3 Cantidad de alimento por nivel

**3.3.3.1 Nivel 1** comprendió de una relación 50 % de fermento de yuca + 50 % de concentrado proteico, con una cantidad de alimento de 2 kg<sup>-1</sup> de la mezcla por animal durante 15 días, seguido de 2.5 kg<sup>-1</sup> de mezcla por animal durante otros 15 días en la etapa de crecimiento.

Para la etapa de desarrollo se suministró 3 kg<sup>-1</sup> de mezcla por animal con la misma relación 50 % fermento de yuca + 50 % concentrado proteico esto por 30 días y posterior 3.5 kg<sup>-1</sup> de mezcla por animal los últimos 10 días.

**3.3.3.2 Nivel 2** comprendió de una relación 60 % de fermento de banano + 40 % de concentrado proteico con una cantidad de alimento de 2 kg<sup>-1</sup> de la mezcla por animal durante 15 días, seguido de 2.5 kg<sup>-1</sup> de mezcla por animal durante otros 15 días.

Para la etapa de desarrollo se suministró 3 kg<sup>-1</sup> de mezcla por animal con la misma relación 60 % de fermento de banano + 40 % de concentrado proteico esto durante 30 días y posterior 3.5 kg<sup>-1</sup> de mezcla por animal los últimos 10 días de estudio.

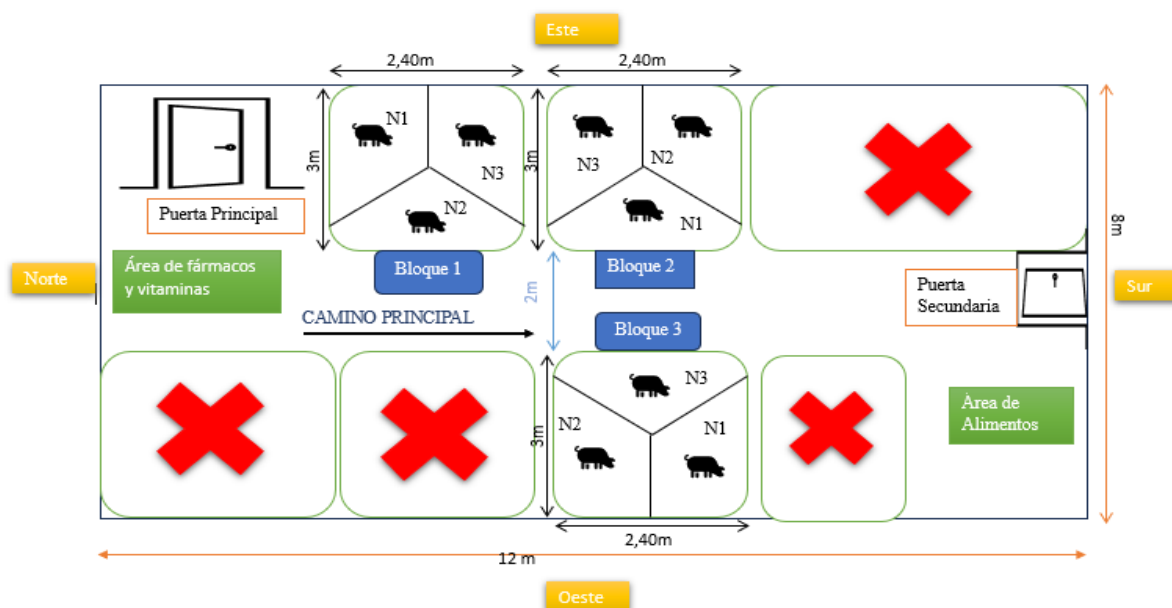
**3.3.3.3 Nivel 3** comprendió de 100 % balanceado comercial con una cantidad de alimento de 1.5 kg<sup>-1</sup> de balanceado por animal durante 15 días, seguido de 2 kg<sup>-1</sup> de balanceado por animal durante otros 15 días.

Para la etapa de desarrollo se suministró 2 kg<sup>-1</sup> de balanceado comercial por animal durante 30 días y posterior 2.5 kg<sup>-1</sup> de balanceado por animal los últimos 10 días de estudio.

### 3.3.4 Diseño experimental.

Para el análisis de datos se utilizó un Diseño en Bloques Completos al Azar con un factor de estudio de tres niveles y 3 repeticiones con un total de 9 animales en las unidades experimentales. Tal como se puede observar en la Figura 4

**Figura 4** Diseño experimental (DBCA) según las características del lugar.



*Nota:* Se uso 3 secciones de las 7 disponibles 4 de ellas marcadas con una x no se utilizaron para la experimentación.

### 3.3.5 Características del experimento.

A continuación, en la Tabla 7 se detallan las características del experimento

**Tabla 7** Descripción de las características del experimento

Descripción	Unidades
Niveles	3
Bloques	3
Número de unidades experimentales	9
Área total de infraestructura	97.8 m <sup>2</sup>
Área total el estudio	21.6 m <sup>2</sup>

### 3.3.6 Características de la unidad experimental

Las unidades experimentales se dividieron en tres bloques y tres niveles con su respectiva codificación y características. En la Tabla 8 se muestra las características iniciales del experimento con la que comenzó el estudio como el peso inicial de cada animal en sus diferentes bloques y niveles de igual manera con su alzada a la cruz inicial

**Tabla 8** Características iniciales de los niveles en estudio

Bloques	Niveles	Codificación	Peso Inicial (kg <sup>-1</sup> )	Alzada Inicial (cm)
1	1	B1N1	27,7	44
	2	B1N2	23,9	43
	3	B1N3	26,1	44,5
2	1	B2N1	30,4	45
	2	B2N2	27,6	44,5
	3	B2N3	27,9	44,5
3	1	B3N1	26,1	44
	2	B3N2	25,4	44,5
	3	B3N3	26,2	44

*Nota.* N1= Nivel 1, N2= Nivel 2, N3= Nivel 3, B1= Bloque 1, B2= Bloque 2, B3= Bloque 3

### 3.3.7 Análisis estadístico.

El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico Infostat (versión 2020). Se aplicó un Análisis de Varianza (ADEVA) y la prueba de medias LSD Fisher al 5% ( $p=0.05$ ).

## 3.4 Variables evaluadas

En el presente estudio se evaluaron cinco variables cuantitativas para dar respuesta a los dos objetivos específicos planteados en la investigación, cuatro de estas variables se enfocaron en los parámetros zootécnicos, registrando datos semanales durante el periodo de estudio y

utilizando las ecuaciones de Conejo (2016); la quinta variable correspondió al análisis económico por nivel.

### **3.4.1 Ganancia de peso**

Para la medición de esta variable se empleó una báscula digital, registrando los datos semanalmente durante un periodo de 10 semanas, teniendo estos registros, se procedió al cálculo utilizando la ecuación 1 propuesta por Conejo (2016). Los resultados obtenidos se expresaron en kilogramos.

$$GP = PF - PI \quad ( 1 )$$

Dónde:

GP: Ganancia de peso

PI: Peso inicial

PF: Peso final

### **3.4.2 Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia se determinó aplicando la ecuación 2 de Conejo (2016), definida como la relación entre la cantidad total de alimento consumido y la ganancia de peso obtenida en el mismo periodo.

$$I.C.A = \frac{\text{Consumo de Alimento}}{\text{Ganancia de peso}} \quad ( 2 )$$

Donde:

I.C.A = Índice de Conversión alimenticia

C.A = Consumo de alimento

G.P = Ganancia de peso

(Conejo, 2016).

### **3.4.3 Consumo de alimento**

El consumo de alimento se evaluó mediante el registro diario de la oferta y el rechazo en cada unidad experimental. Para ello, se empleó una balanza digital que permitió medir el alimento suministrado y el sobrante al final del día. Posteriormente, se aplicó la ecuación 3 de Conejo (2016) para el cálculo de la variable.

$$CT = AO - AR \quad ( 3 )$$

Donde:

CT = Consumo total

AO = Alimento ofrecido

AR = alimento rechazado

### **3.4.4 Alzada a la cruz**

La alzada a la cruz se evaluó semanalmente utilizando una cinta métrica para registrar la distancia desde el suelo hasta el punto más alto de la cruz, con el fin de monitorear el crecimiento estructural. Este procedimiento se aplicó en todas las unidades experimentales bajo condiciones estandarizadas, siguiendo la metodología descrita por Olmedo et al. (2021).

### **3.4.5 Análisis económico de los niveles**

El análisis económico se efectuó al finalizar las 10 semanas de estudio, contrastando los ingresos y egresos de cada nivel experimental. Siguiendo la metodología de Conejo (2016), se calculó la relación Beneficio/Costo (B/C) para determinar la dieta óptima, entendida como aquella que permite obtener la mayor rentabilidad productiva con la inversión más eficiente.

## **3.5 Manejo específico del experimento**

Para determinar la eficiencia de las dietas experimentales, se evaluaron diversos indicadores productivos y económicos. Esto permitió registrar datos fundamentales como el consumo de alimento, la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la alzada a la cruz del animal, además de realizar un análisis de económico, donde se realizaron los siguientes procedimientos.

**Figura 5** Actividades realizadas en la experimentación



*Nota.* Actividades realizadas durante el manejo del experimento: A) Adecuación del área de estudio; B) Desinfección del área de estudio; C) Adquisición de los cerdos; D) Preparación de las dietas; E) Alimentación; F) Manejo de limpieza y sanidad; G) Toma de datos

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo, se describen los resultados obtenidos en la investigación

#### **4.1 Ganancia de peso ( $\text{kg}^{-1}$ )**

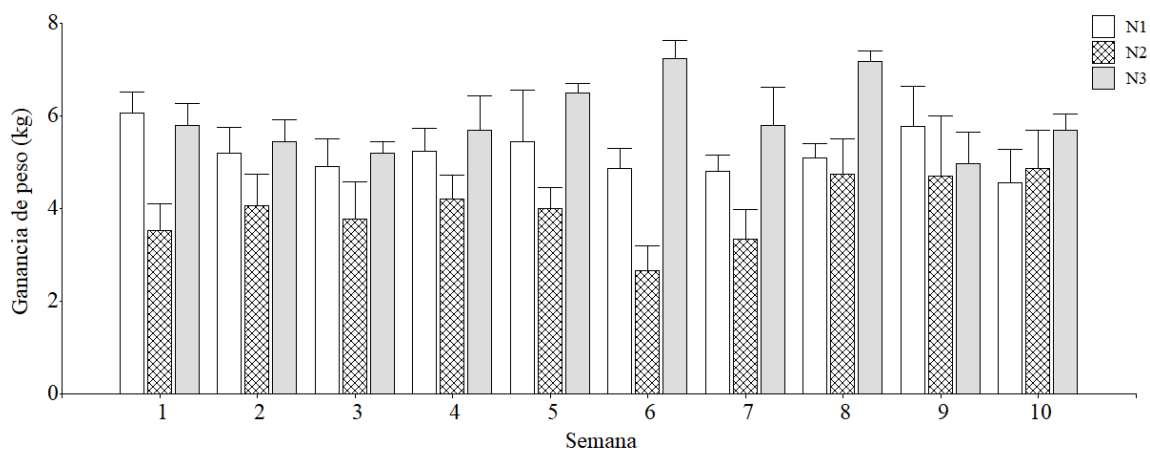
Los resultados del análisis de varianza revelan una interacción entre los factores semana: nivel ( $p= 0.0433$ ). Este hallazgo indica que la ganancia de peso dependería del tiempo y de la dieta.

La Figura 6 muestra la ganancia de peso semanal ( $\text{kg}^{-1}$ ) de los cerdos evaluados, el comportamiento de esta variable fue ondulante a lo largo del tiempo, aunque con claras diferencias en ciertos niveles a lo largo del experimento.

El N3 mostró consistentemente la mayor ganancia de peso durante la mayoría de las semanas, y más específicamente en las semanas 5, 6 y 8. Esta tendencia sugiere una mayor eficiencia nutricional del N3 para promover el crecimiento. En contraste, el N2 presentó las menores ganancias de peso durante todo el período experimental, con valores notablemente reducidos entre las semanas 1 a 9, lo que indica una contribución menos efectiva en la ganancia de peso. El tratamiento N1 mostró un comportamiento intermedio, con ganancias relativamente estables y aumentos moderados hacia las últimas semanas.

Las barras de error reflejan la variabilidad de los datos dentro de cada tratamiento. A pesar de esta dispersión interna, se observa una tendencia numérica superior en el nivel N3 en comparación con el N1 y N2, registrando los valores promedio de crecimiento más altos dentro del periodo evaluado.

**Figura 6** Resultados de la ganancia de peso ( $\text{kg}^{-1}$ ) en los cerdos evaluados durante 10 semanas.



*Nota.* N1 = Fermento de yuca + concentrado proteico, N2 = Fermento de banano + concentrado proteico, N3 = Balanceado comercial.

Los resultados obtenidos muestran una diferencia evidente en el rendimiento productivo, donde el Nivel 3 demostró una mayor eficiencia nutricional, coincidiendo con lo esperado para dietas balanceadas comercialmente. Según McDonald et al. (2011), los alimentos comerciales están formulados con un perfil de aminoácidos ideal y una alta digestibilidad para maximizar la tasa metabólica. El desempeño del N3, superior en las semanas 5, 6 y 8, valida que el suministro de una dieta completa cubre los requerimientos de mantenimiento y producción, evitando las limitaciones impuestas por factores antinutricionales o desbalances energéticos (NRC, 2012). En contraste, el comportamiento del Nivel 2, con valores notablemente bajos entre las semanas 1 y 9, coincide con investigaciones sobre el uso de musáceas en altas proporciones.

Aunque el banano es una fuente energética, su inclusión al 60 % conlleva una carga significativa de taninos. Como reporta la FAO (2013) en sus estudios sobre alimentación animal, los taninos tienen la capacidad de formar complejos con las proteínas dietarias, reduciendo su digestibilidad y disponibilidad. Por lo tanto, esto explica la contribución menos efectiva señalada en los resultados. Más allá de la simple formación de complejos insolubles, el mecanismo de acción de los taninos afecta directamente la capacidad enzimática del animal.

Según Shimada (2015), estos polifenoles tienen una alta afinidad por las enzimas proteolíticas endógenas secretadas por el páncreas, como la tripsina y la quimotripsina; al unirse a ellas, inhiben su actividad catalítica, impidiendo que el animal desdoble y absorba los aminoácidos necesarios para el crecimiento muscular.

Adicionalmente, la presencia de taninos genera un costo metabólico extra. Gómez y Londoño (2017) explican que estos compuestos provocan una sensación de astringencia (sequedad y amargor) en la boca al precipitar las mucoproteínas de la saliva, lo que reduce el consumo voluntario. A nivel intestinal, pueden causar irritación en la mucosa, obligando al organismo a gastar energía en la secreción excesiva de mucus y en la regeneración celular en lugar de destinarla a la ganancia de peso (Frutos et al., 2004). De esta manera, el animal ingiere el alimento, pero los factores antinutricionales bloquean la maquinaria digestiva (Renaudeau et al., 2014), lo que concuerda con el bajo desempeño del nivel 2.

Finalmente, el comportamiento del Nivel 1 se situó en un rango intermedio y de mayor estabilidad. A diferencia de las restricciones observadas con el banano, la inclusión de fermento de yuca favoreció la ganancia de peso gracias a su perfil energético. Esto es consistente con lo documentado por Buitrago (1990), quien destaca que la yuca posee una alta concentración de almidones de gran digestibilidad (principalmente amilopectina), lo que permite una hidrólisis rápida y una absorción eficiente de glucosa a nivel intestinal, superior a la de otras fuentes tropicales fibrosas. Sin embargo, el factor limitante en este tratamiento no fue la energía, sino el balance proteico. Al realizar la dilución del concentrado al 50%, se generó una restricción en el aporte de aminoácidos esenciales, específicamente lisina y metionina, en comparación con el N3 (Gil & Buitrago, 2010).

Desde el enfoque metabólico, aunque el animal disponga de suficiente energía proveniente de la yuca, el crecimiento muscular se detiene si no existe la cantidad adecuada de lisina. Como explica Campabadal (2009), el cerdo no puede sintetizar tejido magro eficientemente si existe un desbalance en la relación energía/proteína; el exceso de energía no utilizada para crear músculo por falta de lisina tiende a depositarse como grasa o simplemente se desperdicia, lo que impide alcanzar los máximos resultados.

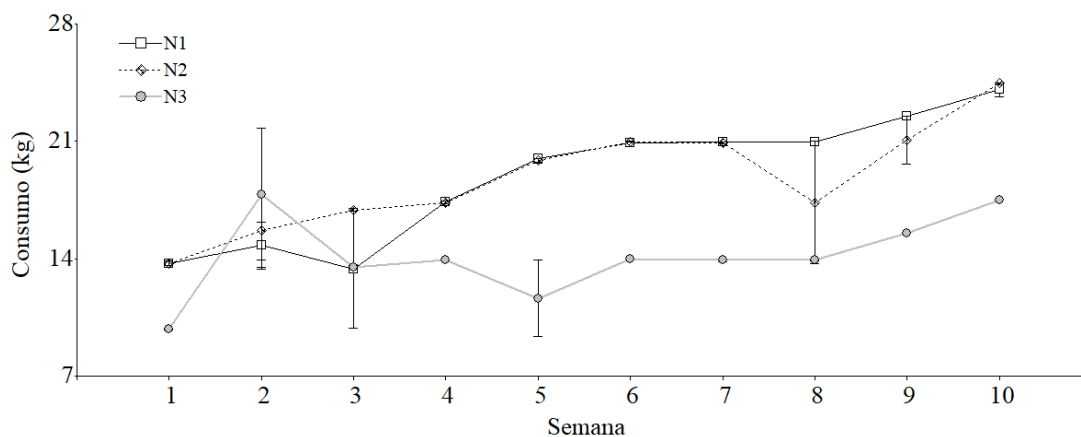
Por lo tanto, aunque el N1 evita la caída de rendimiento que afectó al N2 por no tener anti nutrientes, la falta de suficientes aminoácidos le impidió alcanzar los mismos resultados que el balanceado comercial.

#### **4.2 Consumo de alimento ( $\text{kg}^{-1}$ )**

Los resultados del análisis de varianza indican una interacción entre en los factores semana: nivel ( $p < 0.0001$ ). Lo que indica que el consumo de alimento dependería del tiempo y del nivel.

En la Figura 7, el consumo de alimento acumulado ( $\text{kg}^{-1}$ ), evidenció una clara diferenciación entre los grupos evaluados. Los tratamientos N1 y N2 mostraron una evolución paralela y ascendente, alcanzando sus picos máximos al final del estudio con  $24.50 \text{ kg}^{-1}$  para N2 y para N1  $24.08 \pm 0.43 \text{ kg}^{-1}$ . En contraste, el tratamiento N3 mantuvo niveles de consumo menores durante las 10 semanas llegando a consumir  $17.50 \text{ kg}^{-1}$

**Figura 7** Resultados del consumo de alimento ( $\text{kg}^{-1}$ ) en cerdos durante 10 semanas de estudio.



*Nota.* N1 = Fermento de yuca + concentrado proteico, N2 = Fermento de banano + concentrado proteico, N3 = Balanceado comercial.

Al analizar el consumo de alimento en la Figura 7, se observa una clara diferencia entre los niveles. N1 y N2 presentaron un consumo mayor y creciente semana tras semana. En contraste, N3 registró el menor consumo durante todo el estudio. Este resultado era predecible, ya que el N3 estaba sometido a una oferta limitada de alimento, a diferencia de la mayor disponibilidad en N1 y N2. Esto coincide con Shimada (2015), quien señala que el consumo voluntario depende de la disponibilidad física del alimento, por lo tanto, al restringir la oferta, se limita el aporte energético y la cantidad.

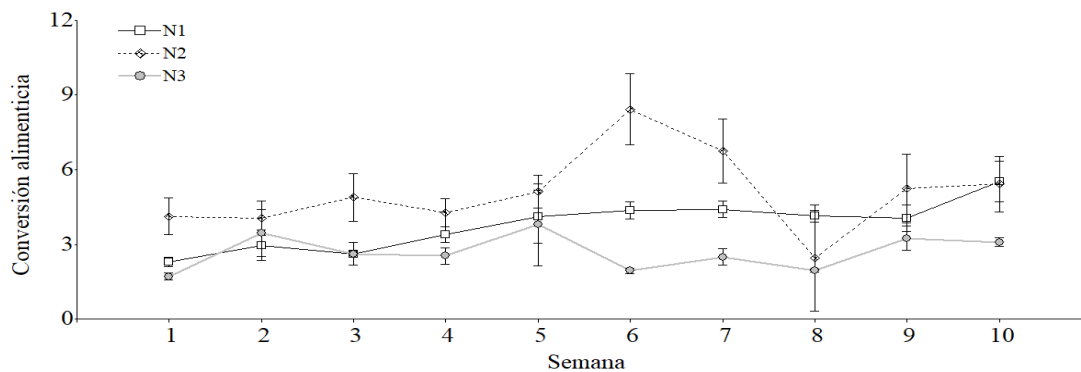
En términos económicos, aunque el N3 redujo el gasto de alimento, es clave verificar si fue suficiente para un desarrollo adecuado. Como indican Rostagno et al. (2017), la restricción alimenticia puede mejorar la eficiencia económica y reducir desperdicios, siempre que no sea tanta como para afectar el crecimiento o la salud animal.

### 4.3 Conversión alimenticia

Los resultados del análisis de varianza indican una interacción en los factores semana: nivel ( $p=0.0474$ ). Este hallazgo indica que la conversión alimenticia dependería del tiempo y de la dieta.

La Figura 8 muestra la conversión alimenticia semanal durante las 10 semanas del experimento; el comportamiento general fue variable, observándose diferencias numéricas entre los grupos. El tratamiento N3 presentó los mejores resultados (valores más bajos), destacando su eficiencia especialmente en las semanas 6 y 8. Por el contrario, el N2 tuvo el desempeño menos eficiente, registrando un pico alto en la semana 6. El tratamiento N1 mostró un comportamiento intermedio y más estable, sin variaciones extremas. Aunque las barras de error indican variabilidad, el patrón general muestra una ventaja del N3, sugiriendo que este nivel fue el más eficiente para convertir el alimento en peso durante el estudio.

**Figura 8** Resultados de la conversión alimenticia en cerdos por semanas.



*Nota.* N1 = Fermento de yuca + concentrado proteico, N2 = Fermento de banano + concentrado proteico, N3 = Balanceado comercial.

Los resultados de conversión alimenticia mostraron que el tratamiento N3 fue el más eficiente, ya que logró convertir mejor el alimento en peso, especialmente en las semanas 6 y 8. Este comportamiento positivo se debe a que, al recibir menos comida, el organismo de los animales se adaptó para no desperdiciar nada. Esto coincide con Shimada (2015), quien explica que la restricción alimenticia incita al animal a mejorar sus procesos digestivos y metabólicos para compensar la falta de energía, logrando así una mejor eficiencia que los animales que comen libremente. Por el contrario, el tratamiento N2 presentó los valores altos (menos eficientes), sobre todo en la mitad del experimento. Esto sugiere que el consumo de alimento en ese nivel fue superior a su capacidad de transformar en carne. Según Rostagno et al. (2017), un exceso

en la oferta alimenticia acelera el tránsito intestinal, reduciendo el tiempo de absorción de los nutrientes. En estudios recientes con dietas alternativas, se ha determinado que niveles de inclusión de banano superiores al 40 % pueden incidir la ganancia diaria de peso debido a la presencia de factores antinutricionales como los taninos (Grefa y Zapata, 2019). En cerdos alimentados con subproductos de banano fermentado, se ha observado que el coeficiente de digestibilidad aparente de la proteína puede estar en rangos del 43.9% al 51% según (Caicedo et al., 2019), lo que confirma una baja asimilación de la proteína a comparación con las dietas convencionales.

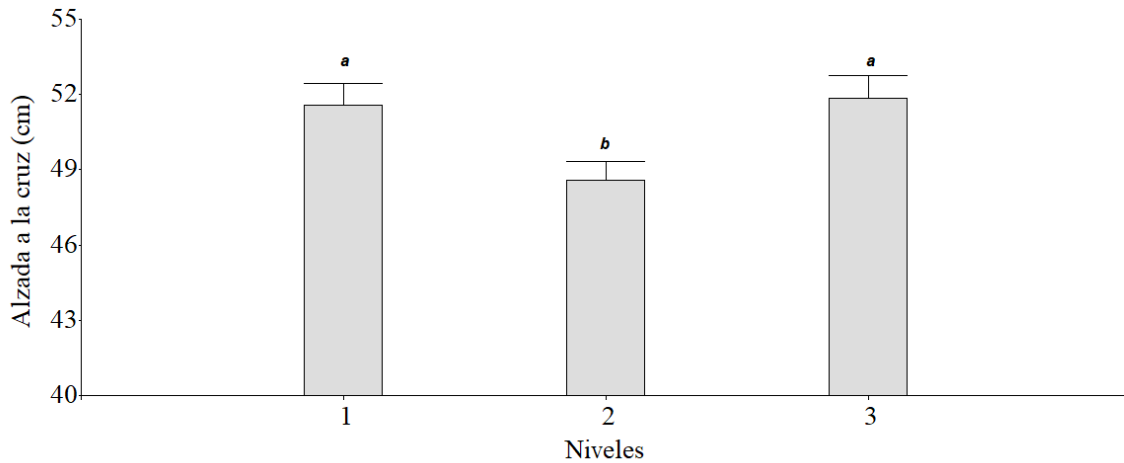
#### **4.4 Alzada a la Cruz (cm)**

Los resultados indican que no existe interacción en los factores semana: nivel ( $p=0.6186$ ). Sin embargo, el comportamiento de la variable depende del factor nivel ( $p<0.0001$ ) e, independientemente, depende del factor semana ( $p=0.0001$ ).

Como se observa en la Figura 9 el comportamiento de la altura fue influenciado por la dieta evaluada, donde N1 y N3 presentaron los mayores promedios de alzada a la cruz  $51.58 \pm 0.85$  cm y  $51.86 \pm 0.90$  cm, respectivamente, comportándose de manera estadísticamente similar entre sí. Por el contrario, N2 registró el desempeño inferior, con un promedio de  $48.58 \pm 0.74$  cm, evidenciando una diferencia significativa respecto a las otras dietas. Esto sugiere que las condiciones aplicadas en N2 limitaron la expresión del crecimiento vertical en comparación con los otros niveles.

Este comportamiento se atribuye a la presencia de taninos en el banano, los cuales tienen la capacidad de formar complejos insolubles con las proteínas de la dieta, reduciendo su disponibilidad. Según Caicedo et al. (2019), la digestibilidad aparente de la proteína en cerdos alimentados con banano puede descender hasta un 43.9%, lo que reduce el aporte de aminoácidos esenciales requeridos para el óptimo desarrollo de la estructura ósea (alzada) y muscular del animal.

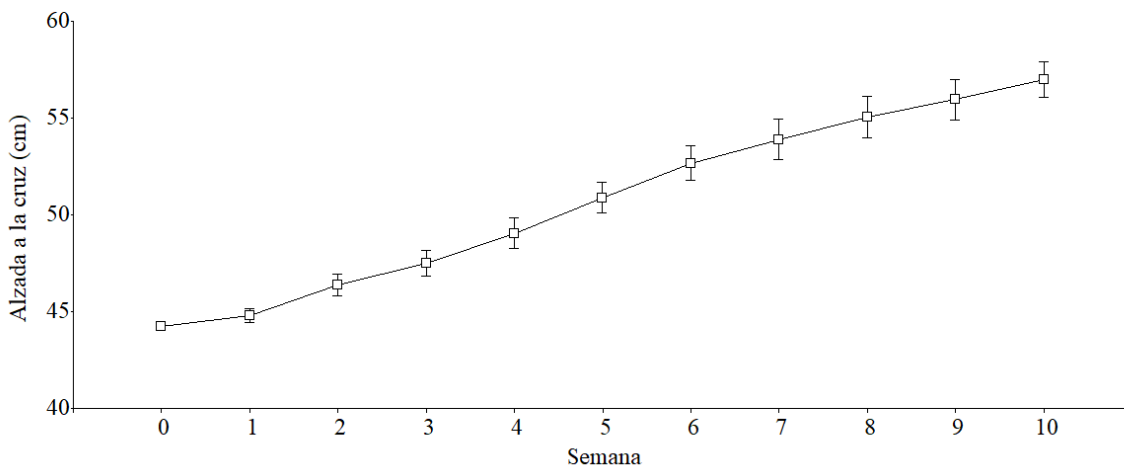
**Figura 9** Alzada de la cruz en (cm) por niveles en porcinos bajo 2 dietas no convencionales



*Nota.* 1=Nivel 1 Fermento de yuca + concentrado proteico, 2 = Nivel 2 Fermento de banano + concentrado proteico, 3 = Nivel 3 (Balanceado comercial)

Al analizar el factor tiempo (semanas), se observó un comportamiento ascendente continuo para la variable alzada a la cruz (Figura 10). Los animales iniciaron el periodo experimental con la semana 0, con una talla promedio de 44.2 cm, mostrando un incremento lineal constante hasta alcanzar un promedio final de 57.0 cm, en la semana 10. Las barras de error sugieren una variabilidad baja y estable a lo largo del periodo de evaluación, lo que indica un crecimiento similar en los cerdos independientemente de los tratamientos aplicados.

**Figura 10** Alzada de la cruz en (cm) en porcinos bajo 2 dietas no convencionales



El comportamiento de la alzada a la cruz fue influenciado por el tipo de dieta evaluada. Se determinó que N1 y N3 presentaron los mayores promedios  $51.58 \pm 0.85$  cm y  $51.86 \pm 0.90$  cm, respectivamente, comportándose de manera estadísticamente similar entre sí. Este resultado concuerda con el estudio de Lezcano et al. (2014), quienes afirman que la yuca

fermentada posee una eficiencia energética semejante a los balanceados comerciales. Por el contrario, el Nivel N2 registró el desempeño inferior, con un promedio de  $48.58 \pm 0.74$  cm, evidenciando una diferencia respecto a los otros niveles. Esto sugiere que, tal como indican Garcés-Molina (2008) y Frutos et al. (2004), la presencia de factores antinutricionales como los taninos en el banano verde limitó la absorción proteica y del crecimiento vertical en comparación con los demás niveles.

#### 4.5 Análisis económico por nivel

Como se observa en la Tabla 9, el comportamiento de la rentabilidad fue influenciado por el tipo de alimentación. Al ver la relación Beneficio/Costo (B/C), se evidencio que el N3 (Testigo) y N1 (fermento de yuca + concentrado proteico) presentaron los mejores indicadores económicos (1.41 y 1.35, respectivamente). Esto demuestra que ambos tratamientos son eficientes, ya que, por cada dólar invertido, el productor recupera su inversión y obtiene un margen de ganancia de 41 y 35 centavos.

En especial, N3 logró la mayor utilidad neta USD 300.77, seguido muy de cerca por N1 con USD 261.92, validando a este último como una alternativa competitiva frente al balanceado comercial. Por el contrario, N2 (fermento de banano + concentrado proteico) registró el menor desempeño económico, con una relación B/C de 1.17 y una utilidad de apenas de USD 116.01. Si bien este tratamiento tuvo los costos de producción más bajos (USD 666.54), los ingresos por venta fueron de USD 782.5 donde se vieron limitados por el menor peso final de los animales, lo que sugiere que el ahorro en alimentación no compensa la pérdida en rendimiento productivo.

**Tabla 9.** Análisis económico por nivel del estudio.

CONCEPTO	Nivel 1 (Yuca)	Nivel 2 (Banano)	Nivel 3 (Testigo)
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>			
Animales (Lechones)	216	216	216
Alimentación Total	340.73	267.96	342.55
Mano de obra (70h x USD 1.88)	131.6	131.6	131.6
Sanidad y Veterinario	23.33	23.33	23.33
Transporte (Insumos/Animales)	13.33	13.33	13.33
<b>SUBTOTAL A (Costos Directos)</b>	<b>724.99</b>	<b>652.22</b>	<b>726.81</b>

B. COSTOS INDIRECTOS			
Servicios Básicos (Luz/Agua)	5.99	5.99	5.99
Insumos de limpieza	3.33	3.33	3.33
Letreros y papelería	5	5	5
SUBTOTAL B (Costos Indirectos)	14.32	14.32	14.32
TOTAL EGRESOS (A + B)	USD 739.31	USD 666.54	USD 741.13
INDICADORES ECONOMICOS			
Ingresos (Venta de carne)	USD 1,001.22	USD 782.55	USD 1,041.90
Utilidad Neta	USD 261.91	USD 116.01	USD 300.77
Relación B/C	1.35	1.17	1.41

Al analizar la rentabilidad, N3 obtuvo el mejor indicador Beneficio/Costo (B/C) con 1.41. Este resultado es positivo y supera ligeramente lo reportado por Pérez (2019), quien, al evaluar sistemas de alimentación convencional en cerdos de engorde, obtuvo un B/C de 1.33. Esta diferencia sugiere que el manejo eficiente y la genética de los animales en estudio permitieron aprovechar al máximo el alimento comercial, logrando una rentabilidad superior al promedio reportado.

Por su parte, N1 alcanzó un B/C de 1.35, demostrando ser una opción competitiva. Este valor es consistente con los resultados de Caicedo et al. (2020), quienes, al trabajar con ensilajes de tubérculos como la yuca en la alimentación porcina, reportaron un B/C de 1.32. El hecho de que el resultado sea levemente superior 1.35 vs 1.32 confirma que el uso de yuca fermentada, cuando se suplementa correctamente con proteína, puede ser similar a la rentabilidad esperada en dietas no convencionales.

En contraste, N2 presentó el indicador más bajo con un B/C de 1.17. Este comportamiento es semejante al reportado por Grefa y Zapata (2019), quienes, al evaluar la inclusión de harina de banano en dietas porcinas, obtuvieron una relación beneficio/costo de 1.21 en sus tratamientos con mayor nivel de sustitución de este producto. Estos resultados coinciden en que, aunque el banano es un insumo significativamente más barato que el maíz, su elevado contenido de fibra y la presencia de factores antinutricionales como los taninos limitan la tasa de crecimiento del animal, lo que afecta la eficiencia biológica a pesar de la ventaja por su bajo costo.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Se determinó que el fermento de yuca suplementado con concentrado proteico permite obtener parámetros zootécnicos como alzada a la cruz y ganancia de peso estadísticamente similares a los obtenidos con el balanceado comercial. Esto demuestra que la yuca fermentada constituye una fuente energética viable y eficiente para la alimentación porcina, capaz de sustituir a los cereales tradicionales sin afectar el desarrollo de los animales.

El uso de fermento de banano resultó en el desempeño más bajo de la investigación, presentando diferencias significativas frente a las otras dietas aun así de la suplementación proteica, la presencia de factores antinutricionales propios del banano verde como los taninos y la menor digestibilidad de su almidón limitaron la absorción de los nutrientes, afectando el crecimiento y la conversión alimenticia de los cerdos en estas etapas.

El análisis económico determinó que el balanceado comercial tuvo la mayor rentabilidad (B/C 1.41), seguido de cerca por el N1 (B/C 1.35), viéndolo como una alternativa económica viable. En contraste, el fermento de banano presentó la menor eficiencia económica (B/C 1.17) debido al bajo desempeño productivo.

#### 5.2. Recomendaciones

Se recomienda validar el uso del fermento de yuca + concentrado proteico en sistemas de producción a mayor escala o durante todo el ciclo productivo, para verificar si la eficiencia biológica y económica se mantiene constante a largo plazo y determinar el impacto en la calidad de la canal.

Para futuras investigaciones se recomienda implementar pretratamientos adicionales como la cocción previa o el uso de aditivos enzimáticos antes de la fermentación. Esto con el fin de degradar los taninos y gelatinizar los almidones resistentes, mejorando así la digestibilidad y el aprovechamiento nutricional del banano.

Se recomendaría implementar el uso de fermento de yuca en la etapa de engorde para los productores de Pedro Moncayo, ya que permite reducir la dependencia de insumos externos y mantener una utilidad neta competitiva frente a los altos costos del balanceado comercial.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, J., & Mesa, M. (2021). Eficiencia productiva en cerdos de levante alimentados con materias primas alternativas de países tropicales: meta-análisis. *Intropica*, 17(1), 114-132. <https://doi.org/10.21676/23897864.4089>
- Almaguel, R. E., Piloto, J. L., Cruz, E., Mederos, C. M., & Ly, J. (2011). Utilización del ensilaje artesanal de yuca como fuente energética en dietas para cerdos de engorde. *Livestock Research for Rural Development*, 23(1). <http://www.lrrd.org/lrrd23/1/alma23001.htm>
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008. [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE). (2023, 17 de junio). *El sector porcícola del Ecuador en cifras*. <https://aspe.org.ec/estadisticas/>
- Buitrago, J. A. (1990). *La yuca en la alimentación animal*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/Yuca\\_Alimentacion\\_Animal.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Yuca_Alimentacion_Animal.pdf)
- Caicedo, W., Rodríguez, R., Proaño, F., Caicedo, M., Ramos, L., & Flores, A. (2019). Composición química y digestibilidad aparente de la harina de banano orito verde (*Musa acuminata* AA) en cerdos de crecimiento. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(1), 41-48. <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/857>
- Caicedo, W., Ferreira, F. N., Pérez, M., & Viáfara, D. (2020). Comportamiento productivo y económico de cerdos alimentados con ensilaje de tubérculos de taro y yuca. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(2), e17822. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17822>
- Caicedo, W., Ruiz, M., Quilligana, J., & Aguiar, S. (2023). Silage of agricultural by-products for pigs feeding. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 57. <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/1085>
- Campabadal, C. (2009). *Estrategias de alimentación para cerdos en climas cálidos*. Asociación Americana de Soya (ASA). <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/estrategias-alimentacion-cerdos-climas-t27457.htm>

- Castro, M., & Martínez, M. (2015). La alimentación porcina con productos no tradicionales: cincuenta años de investigaciones en el Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 49(2), 189-196. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193039691001.pdf>
- Conejo, L. (2016). *Evaluación de tres fuentes de proteína vegetal (Soya-Alfarina-Algodón) en el alimento balanceado para cerdos Landrace en etapa de crecimiento y engorde en la comunidad de Quinchuqui-Otavalo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio UTN. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5473>
- Contino, Y., Ojeda, F., Herrera, R., Altunaga, N., & Pérez, G. (2008). Comportamiento productivo de cerdos en crecimiento-ceba alimentados con ensilaje de mezclas de yuca y morera. *Pastos y Forrajes*, 31(4). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942008000400008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942008000400008)
- DeRouchey, J. (2014, 25 de junio). *Sistema digestivo del cerdo: anatomía y funciones*. El Sitio Porcino. <https://www.elsitioporcino.com/articles/2513/sistema-digestivo-del-cerdo-anatoma-y-funciones/>
- FAO. (2013). *Roots, tubers, plantains and bananas in animal feeding*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/t0540e/t0540e00.htm>
- Frutos, P., Hervás, G., Giráldez, F. J., & Mantecón, A. R. (2004). Review: Tannins and ruminant nutrition. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(2), 191–202. <https://doi.org/10.5424/sjar/2004022-73>
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). (2013). *Normas FEDNA para el ganado porcino*. <https://www.fundacionfedna.org/node/75>
- Garcés-Molina, A. M. (2008). Detoxificación de banano verde mediante fermentación en estado sólido para alimentación animal. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 52–59. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=79511190008>
- García, J. (2012). Alimentación práctica del cerdo. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(1), 3-30. [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCCV.2012.v6.n1.38883](https://doi.org/10.5209/rev_RCCV.2012.v6.n1.38883)
- Gil, J. L., & Buitrago, J. A. (2010). Utilización de la yuca en la alimentación de aves y cerdos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(1), 125-131. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324141>

- Gómez, E., & Silva, J. (2015). *Evaluación de una dieta alternativa para alimentación de cerdos en ceba con dos niveles de inclusión*. Publicación de la Universidad Libre Seccional de Socorro.
- Gómez, R., & Londoño, J. (2017). Factores antinutricionales en yuca y sus efectos en monogástricos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 9(1), 22-30. <https://doi.org/10.22335/rlct.v9i1.405>
- Grefa, J., & Zapata, S. (2019). *Efecto de la sustitución de maíz por harina de banano verde en la etapa de levante de cerdos* [Proyecto de Investigación, Universidad Estatal Amazónica]. Repositorio UEA. <http://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/456>
- Gutiérrez, F. (2017). *Valoración nutricional de tres alternativas alimenticias en el crecimiento y engorde de cerdos (Sus scrofa domestica)* [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/11270>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-espac/>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2025). *Anuario Meteorológico No. 60 - Datos Estación Tabacundo*. Quito, Ecuador. <https://www.inamhi.gob.ec/biblioteca/>
- Lezcano, P., Brome, O., & Martínez, M. (2014). Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(1), 35-39. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193030122007.pdf>
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal Nutrition* (7th ed.). Pearson Education.
- Mendoza, A. (2014). *Elaboración de harina de papa china (Colocasia esculenta) y banano (Musa x paradisiaca) como suplemento nutricional para alimentación animal* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1445>
- Metalteco. (2023, 21 de mayo). *Alimentación porcina: reducción de costos*. Metalmecánica Técnica Colombiana. <https://metalteco.com/alimentacion-porcina-reduction-costos/>

- Monroy, H. (2021). *Fibra en la nutrición de cerdos: Una revisión descriptiva* [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio UCC. <http://hdl.handle.net/20.500.12494/34316>
- Morales, J. (2022). *Aplicación de un sistema de alimentación a base de yogurt de yuca en cerdos en las etapas de crecimiento y engorde* [Examen complejo, Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio UTB. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/12423>
- Murcia, V., Savio, M., Cora, J., & Beneitez, A. (2021). *Principios básicos de nutrición porcina*. Ediciones INTA.
- National Research Council (NRC). (2012). *Nutrient Requirements of Swine* (11th ed.). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13298>
- Nutriar. (2022, 28 de octubre). *Alimento concentrado, un aliado para una óptima nutrición bovina*. <https://www.nutriar.com/alimento-concentrado-un-aliado-para-una-optima-nutricion-bovina/>
- Olmedo, W., Toalombo, P., Flores, L., Delgado, J., Navas, F., & Duchi, N. (2021). Caracterización morfológica del cerdo criollo Pillareño del cantón Guamote de Ecuador. *Archivos de Zootecnia*, 70(269), 3-11. <https://doi.org/10.21071/az.v70i269.5408>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 2: Hambre cero*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>
- Orozco, C. (2014). *Utilización de jugo de caña (Saccharum officinarum) como alternativa de fuente energética con un núcleo proteico en dietas para cerdos en la etapa crecimiento* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio UTA. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/7823>
- Pacheco, C. (2022). *Respuesta productiva de cerdos criollos en crecimiento alimentados con productos agrícolas de la zona de Mocache en el recinto Los Pantanos* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Técnica de Quevedo]. Repositorio UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6812>
- Pérez, M. (2019). Análisis de rentabilidad en sistemas de producción porcina con alimentación balanceada vs. alternativa en clima tropical. *Boletín Técnico Porcino*, 12(1), 45-52. <https://www.porcicultura.com/destacado/Alimentacion-alternativa-en-cerdos>

- Ramos, Y. (2021). *Investigación de las proteínas de la carne de cerdo* [Informe académico]. Repositorio BUAP. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/14562>
- Reina, J., Azum, J., Barcia, J., & Mendieta, J. (2022). Uso de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) ensilada como alternativa en la ceba de cerdos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 14(1), e914. <https://doi.org/10.22335/rlect.v14i1.914>
- Renaudeau, D., et al. (2014). Effect of fiber and anti-nutritional factors on piglet growth. *Journal of Animal Science*, 92(1), 123-134. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6878>
- Rostagno, H. S., Albino, L. F., Hannas, M. I., Donzele, J. L., Lopes, D. C., Oliveira, R. F., Teixeira, S., & Toledo, S. L. (2017). *Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos: Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales* (4ta ed.). Universidad Federal de Viçosa. [https://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/126-tablas\\_brasileras\\_aves\\_cerdos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/126-tablas_brasileras_aves_cerdos.pdf)
- Secretaría Nacional de Planificación. (2025). *Plan Nacional de Desarrollo "Ecuador No Se Detiene" 2025-2029*. Gobierno del Ecuador. <https://www.planificacion.gob.ec/>
- Shahbandeh, M. (2023, 13 de abril). *Producción mundial de carne de cerdo 2022 y 2023, por país*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/612457/principales-productores-de-carne-de-cerdo-a-nivel-mundial/>
- Shimada, A. (2015). *Nutrición animal*. Editorial Trillas. [https://etrillas.mx/libro/nutricion-animal\\_7669](https://etrillas.mx/libro/nutricion-animal_7669)
- Socialab. (2023, 17 de junio). *Residuos alimenticios en la dieta del cerdo*. <https://co.socialab.com/challenges/sindesperdiciocentroamerica/idea/128379>
- Ulcungo, V. (2022). *Elaboración de balanceados a partir de productos infrautilizados con Colocasia esculenta y Manihot esculenta para cerdos en la etapa de engorde* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio UNACH. <http://repositorio.unach.edu.ec/handle/51000/9874>
- Vargas, A., Morales, M., Watler, W., & Vignola, R. (2018). *Sector productivo porcino en Costa Rica*. Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA).

- Vargas, Y. (2018). *Obtención de productos con valor agregado a partir del banano de rechazo en el contexto ecuatoriano* [Tesis de pregrado, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. Repositorio Utadeo. <http://hdl.handle.net/20.500.12010/3456>
- Villanueva, G. (2023, 16 de marzo). *Tips para calcular las kilocalorías del alimento*. BM Editores. <https://bmeditores.mx/ganaderia/interpretacion-de-analisis-bromatologicos-de-los-alimento-balanceados/>
- Williams, S. (2023, 19 de junio). *Manual de producción porcina*. Cadena de valor de la producción sustentable en Argentina. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/14890>
- Zuluaga, J. (2020). *Efecto del suero lácteo como suplemento de la dieta sobre el consumo de alimento concentrado, ganancia de peso y calidad de la canal en cerdos* [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Lasallista]. Repositorio Unilasallista. <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/ab86c53e-9bf4-4edd-9394-260ba8268a75/content>

## ANEXOS

### **Anexo 1** *Costo de producción de 100 kg<sup>-1</sup> de Fermento de yuca*

Fermento – Yuca				
Insumos	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor Total
Yuca	kg <sup>-1</sup>	100	0,28	28
Leche	l	2	0,6	1,2
sal mineral	kg <sup>-1</sup>	0,3	5,8	1,74
Melaza	l	2	0,75	1,5
Agua	l	75	0,0004	0,03
<b>Total</b>				<b>32.47</b> USD /100kg <sup>-1</sup>

### **Anexo 2** *Costo de producción de 100 kg<sup>-1</sup> de Fermento de banano*

Fermento – banano				
Insumos	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor Total (USD)
Banano	kg <sup>-1</sup>	100	0,16	16
Leche	l	2	0,6	1,2
sal mineral	kg <sup>-1</sup>	0,3	5,8	1,74
Melaza	l	2	0,75	1,5
Agua	l	75	0,0004	0,03
<b>Total</b>				<b>20,47</b> USD /100kg <sup>-1</sup>

### **Anexo 3** *Precios de balanceados y concentrado proteico utilizados en la investigación.*

Precios Balanceados y Concentrado Proteico				
Descripción	Unidad	Cantidad	V Unitario USD	V Total USD
Balanceado Crecimiento 77 - 99 Pronaca	kg <sup>-1</sup>	40	0,85	34,35
Balanceado engorde 100 Pronaca	kg <sup>-1</sup>	40	0,82	32,81
Concentrado Proteico 34% Pronaca	kg <sup>-1</sup>	40	0,86	34,59

### **Anexo 4** *Pesos de cerdos faenados y precios por libra*

Concepto	Peso faenado (kg <sup>-1</sup> )	Peso faenado (lb <sup>-1</sup> )	Precio por lb USD	Total, USD
<b>Nivel 1</b>				
cerdo 1	59,5	132,09	2,5	330,23

cerdo 2	65,9	146,298	2,5	365,75
cerdo 3	55	122,1	2,5	305,25
Total	180,4	400,488		1001,22
<b>Nivel 2</b>				
cerdo 1	52,5	116,55	2,5	291,38
cerdo 2	47,25	104,895	2,5	262,24
cerdo 3	41,25	91,575	2,5	228,94
Total	141	313,02		782,55
<b>Nivel 2</b>				
cerdo 1	65,18	144,6996	2,5	361,75
cerdo 2	62,85	139,527	2,5	348,82
cerdo 3	59,7	132,534	2,5	331,34
Total	187,73	416,7606		1041,90

### Anexo 5 Documentación legal de adquisición de cerdos.



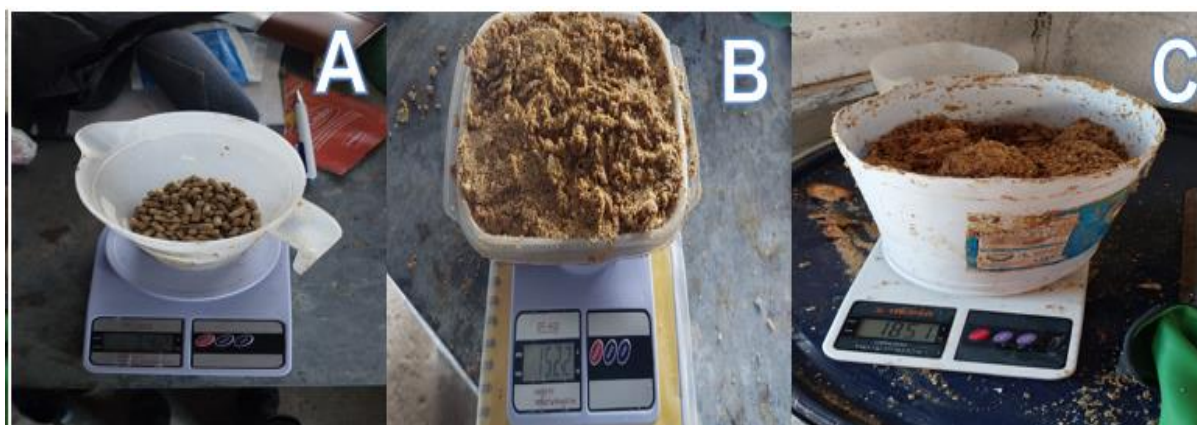
Nota. A) Certificado de compra en granja porcina, B) Vacunación, C) Adquisición de los cerdos

### Anexo 6 Preparación de las dietas evaluadas en la investigación.



*Nota.* A) Preparacion de mezclas liquidas, B) Preparacion de insumos solidos, C) fermentacion de los productos usados.

**Anexo 7** Dietas preparadas a suministrar en la investigación



*Nota.* A) Balanceado N3, B) Fermento de yuca + concentrado proteico N1, C) Fermento de banano + concentrado proteico N2.

**Anexo 8** Toma de datos de las variables evaluadas en la investigación



*Nota.* A) Ganancia de peso, B) Consumo de alimento, C) Alzada a la cruz.

**Anexo 9** Desinfeccion y limpieza de instalaciones previo a la investigación



*Nota.* A) Flameado, B) Desinfección con yodo, C) Aplicación de cal desinfectante.

**Anexo 10** Fichas técnicas de balanceados y concentrado proteico

**ANÁLISIS GARANTIZADO:** **A**

Proteína cruda (mín.)	19.0%
Grasa cruda (mín.)	4.0%
Fibra cruda (máx.)	4.0%
Ceniza (máx.)	7.0%
Humedad (máx.)	13.0%

**ANÁLISIS GARANTIZADO:** **B**

Proteína cruda (mín.)	18.0%
Grasa cruda (mín.)	4.5%
Fibra cruda (máx.)	5.0%
Ceniza (máx.)	7.0%
Humedad (máx.)	13.0%

**ANÁLISIS GARANTIZADO:** **C**

Proteína cruda (mín.)	34.0%
Grasa cruda (mín.)	3.0%
Fibra cruda (máx.)	6.0%
Ceniza (máx.)	12.0%
Humedad (máx.)	13.0%

*Nota.* A) Balanceado 43 – 70 de Pronaca, B) Balanceado 71 – 99 de Pronaca, C) Concentrado proteico de pronaca.