



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFEECTO DE SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS EN LA
GANANCIA DE PESO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE
CERDOS EN FASE DE DESARROLLO**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Elvis Daniel Asencio Guale

LA LIBERTAD, AGOSTO 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EFFECTO DE SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS EN LA
GANANCIA DE PESO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE
CERDOS EN FASE DE DESARROLLO**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Elvis Daniel Asencio Guale

Tutor: Ing. Marlon Alexis Mena Montoya, Mgtr

LA LIBERTAD, AGOSTO 2026

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **ELVIS DANIEL ASECIO GUALE** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: **12/08/2026**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**VERÓNICA CRISTINA
ANDRADE YUCAILLA**

Ing. Verónica Andrade Yucailla, PhD
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**EDISON MACGYVER
BARRAGAN TACO**

Mvz. Edison Barragán Taco
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



**Marlon Alexis Mena
Montoya**



Ing. Marlon Alexis Mena Montoya,
Mgtr
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**NADIA ROSAURA
QUEVEDO PINOS**

Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Washington Perero Vera, Mgtr
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**WASHINGTON VIDAL
PERERO VERA**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Estatal península de Santa Elena, en especial a mi facultad la de Ciencias Agrarias, por permitir formarme en sus aulas de clases en donde quedaron muchas enseñanzas seguidas de trabajos y exposiciones importantes las cuales sirvieron mucho para mi formación universitaria, a mis docentes en especial al Ing. Alexis Mena casi Doctor, por ser guía importante en todo este trayecto de formación profesional. A Dios, por darme la fuerza y sabiduría de saber llevar las cosas con calma, por ayudarme siempre que le he pedido ayuda y que nunca me ha dejado completamente solo.

Como otra parte importante y fundamental en todo este camino, agradezco a mis padres, a mi madre Marjorie Guale y a mi padre Danilo Asencio, por ser un pilar super importante en mi vida y en mi carrera, por el gran sacrificio que hicieron para apoyarme y poder cumplir una meta más, por dejar cualquier centavo que muchas veces era complicado conseguir, pero nunca me lo negaron, por eso y muchísimo más este título es de ellos.

A mi amiga Agatha, quien aun así estar con mil problemas encima sacaba palabras que daban ánimos, mi compañera y amiga desde que iniciamos la carrera, la que nunca me negó la entrada a su casa, la que me dio un plato de comida en muchas ocasiones que no tenía para comer algo en la universidad, a ella, porque nunca me negó un consejo ni un abrazo, mi hermana incondicional, así que me sobran los motivos para que este aquí también, apoyándonos juntos y como lo prometimos una vez, ninguno se quedara atrás, juntos empezamos y juntos nos vamos.

A Keyla y demás amigos, que siempre estuvieron cuando uno los necesitaba, los que nunca negaron una juntada ni una charla, con los que se pasaba chévere después de clases, con los que se pasaba un buen rato fuera de tanto estrés, los nuevos caminantes.

Por último, quiero agradecer a la amiga incondicional que siempre ha estado conmigo, mi hermanita Juliana Gil que a pesar de haberse ido del país siempre estuvo ahí sin pedírselo, cada que le decía que la tesis me mataba mandaba mensajes de ánimos y un TU PUEDES, YA FALTA POCO, no olvidaré que esas palabras muchas veces fueron ánimos incondicionales que me sirvieron para que todo esto fuera realidad, por eso y mucho más, mi agradecimiento hacia ella es infinito.

-ELVIS ASECIO

DEDICATORIA

A Dios por darme fuerzas y mucha sabiduría para continuar al tope en mi carrera y lograr este objetivo, por nunca dejarme solo, por la fe que supo darme de que todo se llevaría a cabo.

A mis padres que con su cariño y sacrificio me apoyaron en todo a lo largo de mi carrera, gracias a ellos he podido llegar hasta aquí y lograr ser lo que soy.

A mis amigos que siempre estuvieron presente, acompañándome y dando apoyo moral, que me brindaron a lo largo de mi carrera.

A mi tutor de tesis y demás maestros quienes me han apoyado con sus enseñanzas a lo largo de mi trayectoria universitaria.

-ELVIS ASECIO

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de subproductos agrícolas sobre la ganancia de peso y rentabilidad en la dieta de cerdos en fase de desarrollo con la finalidad de evaluar el efecto de integrar un 30% de polvillo de arroz, banano verde y maíz molido en diferentes tratamientos para la alimentación de cerdos Landrace durante las etapas de crecimiento y engorde. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar que contempló cuatro tratamientos y tres repeticiones, en donde cada repetición representaba a un cerdo, abarcando un total de 12 animales. Se evaluó el consumo de alimento, la ganancia de peso, el índice de conversión alimenticia y la eficiencia económica. Los datos fueron procesados a un análisis de varianza (ANOVA) y a la prueba de Tukey ($P < 0.05$) a través del software InfoStat. Los hallazgos revelaron diferencias significativas únicamente en el consumo de alimento durante la etapa de crecimiento, donde el tratamiento con maíz molido mostró el menor consumo, sin que esto afectara el aumento de peso. En cuanto a las variables de ganancia de peso e índice de conversión alimenticia, no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, lo cual indica que la inclusión de estos subproductos agrícolas proporcionó un rendimiento productivo comparable al de un alimento comercial. En la valoración económica, se determinó que el proyecto ofrecía una relación B/C de USD 1.48, evidenciando su viabilidad en el estudio. La incorporación parcial de estos subproductos representa una opción técnica viable para la nutrición porcina.

Palabras clave: Alimentación porcina, eficiencia económica, crecimiento, desarrollo, rendimiento.

ABSTRACT

This project aimed to evaluate the effect of including agricultural by-products—specifically rice bran, green banana, and ground corn—at a 30% inclusion level in the diets of Landrace pigs during the growing and finishing stages, assessing their impact on weight gain and profitability. A completely randomized experimental design was employed, comprising four treatments and three replicates (with each replicate consisting of one pig), for a total of 12 animals. Feed intake, weight gain, feed conversion ratio, and economic efficiency were evaluated. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test ($P < 0.05$) via InfoStat software. Results revealed significant differences only in feed intake during the growing stage, where the ground corn treatment showed the lowest intake, without affecting weight gain. Regarding weight gain and feed conversion ratio, no statistical differences were observed among treatments, indicating that the inclusion of these agricultural by-products yielded performance comparable to that of commercial feed. Economic analysis determined a benefit-cost (B/C) ratio of 1.48, demonstrating the project's viability. The partial incorporation of these by-products represents a technically viable option for swine nutrition.

Keywords: Swine feeding, economic efficiency, growth, development, performance.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado **EFFECTO DE SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS EN LA GANANCIA DE PESO Y CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE CERDOS EN FASE DE DESARROLLO** elaborado por **Elvis Daniel Asencio Guale**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**ELVIS DANIEL
ASENCIO GUALE**

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Problema de investigación.....	2
Objetivos de la Investigación	3
Objetivo General:	3
Objetivos Específicos:	3
HIPÓTESIS	3
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1 Marco referencial	4
1.1.1 Origen de cerdo (<i>Sus scrofa ssp. domestica</i>).	4
1.1.2 Clasificación taxonómica.....	4
1.2 Morfología del cerdo	5
1.2.1 Características físicas.....	5
1.2.2 Características de la anatomía del cerdo	5
1.3 Sistema de producción.....	5
1.3.1 Sistema de producción intensiva.....	5
1.3.2 Sistema extensivo	6
1.4 Diferentes razas existentes en Ecuador	7
1.4.1 Cerdos Criollos	7
1.4.2 Raza Landrace.....	7
1.4.3 Raza Duroc	8
1.4.4 Raza Piétrain	8
1.4.5 Raza Yorkshire	8
1.5 Alimentación de cerdo.....	9
1.5.1. Alimentación con balanceados comerciales	9
1.5.2. Alimentación basada en granos y cereales	10
1.5.3. Alimentación basada en fuentes proteicas	11
1.5.3.1. Harina de soya	11
1.5.3.2. Harina de pescado	11
1.5.4. Alimentación con forrajes.....	12
1.5.5. Alimentación con raíces y tubérculos	13
1.5.6. Alimentación mediante residuos agrícolas	14
1.5.7. Alimentación mediante subproductos agroindustriales	14
1.5.8. Alimentación líquida.....	15
1.5.9. Alimentación fermentada.....	15
1.5.10. Alimentación de precisión	16
1.5.11. Requerimiento Nutricionales.....	17
1.5.12. Requerimiento de Energía.....	17

1.5.13.	Requerimiento de Proteína.....	17
1.6.	Alternativas de inclusión en la dieta.....	18
1.6.1.	Maíz (Molido).....	19
1.6.2.	Polvillo de arroz.....	19
1.6.3.	Banano verde	19
1.7.	Investigaciones relacionadas	20
	CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	22
2.1.	Caracterización del área de estudio	22
2.2.	Material biológico y condiciones experimentales	22
2.3.	Materiales, equipos e insumos.....	22
2.3.1.	Instalaciones.....	22
2.3.2.	Materiales.....	22
2.3.3.	Equipos	23
2.3.4.	Insumos	23
2.4.	Diseño de la investigación.....	23
2.4.1.	Detalle de tratamientos	24
2.5.	Croquis del corral	24
2.6.	Manejo del experimento	25
2.7.	Formulación de dietas	26
2.7.1.	Fase de crecimiento - 2kg por jornada.....	26
2.7.2.	Fase de Engorde – 2.5 kg por jornada	27
2.8.	Parámetros evaluados	28
2.8.1.	Consumo de alimento	28
2.8.2.	Ganancia diaria de peso	28
2.8.3.	Índice de conversión alimenticia (ICA).....	29
2.8.4.	Eficiencia económica	29
2.9.	Análisis estadístico de los resultados	31
	CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
3.1.	Efecto de los subproductos agrícolas (maíz, polvillo de arroz y banano verde) sobre el consumo de alimento.	32
3.1.1.	Consumo de alimento	32
3.1.2.	Residuos de alimento por tratamientos	34
3.2.	Comportamiento productivo de cerdos alimentados con maíz, polvillo y banano verde. 36	
3.2.1.	Ganancia de peso	36
3.3.	Rentabilidad de la inclusión de subproductos agrícolas en la dieta de los cerdos en función del costo de alimentación.	38
3.3.1.	Eficiencia económica	38
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
	Conclusiones.....	42
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
	ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Dimensiones de los corrales Fuente: (AutoCAD, 2026).....	24
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cerdo doméstico Fuente: (Schoch <i>et al.</i> , 2020).....	4
Tabla 2 Composición de un balanceado comercial para cerdos Fuente: (Ramos y Villamil, 2019).....	10
Tabla 3 ANOVA.....	24
Tabla 4 Tratamientos y formulación de dietas.	24
Tabla 5 Requerimientos de Proteína y energía del balanceado y subproducto en la fase de desarrollo.	26
Tabla 6 Requerimientos de Proteína y energía del balanceado y subproducto en la fase de engorde.	27
Tabla 7 Consumo de alimento en las diferentes etapas de crecimiento de cerdos Landrace alimentados con subproductos agrícolas.	33
Tabla 8 Ganancia de peso y conversión alimenticia en cerdos Landrace por etapas	38
Tabla 9 Eficiencia económica y relación Beneficio/costo de la investigación.....	40
Tabla 10 Análisis general de la eficiencia económica de la investigación experimental ...	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Residuos obtenidos en cada una de las etapas de la investigación.....	35
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A** Parroquia Colonche, lugar en donde se realizó la investigación
- Figura 2A** Limpieza del terreno en donde se construyeron los corrales
- Figura 3A** Compra de materiales
- Figura 4A** Construcción de los corrales
- Figura 5A** Aplicación de la cama de viruta y llegada de los animales
- Figura 6A** Abastecimiento de comida y agua
- Figura 7A** Pesaje y distribución de cada una de las dietas
- Figura 8A** Limpieza diaria de Corrales
- Figura 9A** Primera desparasitación
- Figura 10A** Control preventivo contra la dermatitis porcina
- Figura 11A** Vitaminización
- Figura 12A** Cerdas a los 4 meses de investigación
- Figura 13A** Pesaje final de cerdas
- Figura 14A** Final de la investigación
- Figura 15A** Análisis de varianza del consumo de alimento en la etapa de desarrollo
- Figura 16A** Análisis de varianza del consumo de alimento de la fase de engorde
- Figura 17A** Análisis de varianza del consumo total de alimento
- Figura 18A** Análisis de varianza de la ganancia de peso en la fase de desarrollo
- Figura 19A** Análisis de varianza de la ganancia de peso en la fase de engorde
- Figura 20A** Análisis de varianza del ICA
- Figura 21A** Análisis de varianza de los Residuos

INTRODUCCIÓN

La producción global de carne de cerdo se encuentra mayormente en China (46.2%), la Unión Europea (20.9%) y Estados Unidos (11.1%). Para 2021, se prevé una producción de 122 millones de toneladas, lo que representa un aumento del 11.2% en comparación con 2020, principalmente debido a la recuperación de la producción de China, que constituye el 94% del crecimiento a nivel mundial. En Ecuador, la producción porcina se distingue por la prevalencia de sistemas familiares o de traspatio (80%), frente a un 20% de granjas tecnificadas. Además, la mayor parte de la población de cerdos se ubica en la región Sierra. (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2021).

La mayor oferta de ganado porcino en las provincias de la región costa se encuentra en Guayas con 36.761 cabezas con el 37 %, en segundo lugar, está Manabí con 29.753 cabezas considerando el 30 %, en tercer lugar, El Oro 14.471 cabezas con el 15 % y para Esmeralda con 12.765 cabezas presentando un 13 %. Ubicando las provincias que ofertan en menores porcentajes están Los Ríos con 3.417 cabezas con un 3 % y la provincia de Santa Elena con 1.929 cabezas de ganado que representa un 2 % (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2022).

A nivel local, Santa Elena registra una alta tasa de cría de cerdos, los mismos que son alimentados con fuentes balanceadas comerciales, subproductos agrícolas como maíz, banano verde y polvillo, el cual constituye una fuente importante de nutrientes que puede ser utilizada en la nutrición animal, gracias a su riqueza en energía, fibra, proteínas y compuestos bioactivos. Estos tienen la capacidad de reemplazar en parte ingredientes tradicionales en las dietas, lo que ayuda a disminuir los gastos de alimentación y mejora la sostenibilidad de los sistemas productivos (Yang *et al.*, 2021).

Durante la producción porcina son necesarias las buenas prácticas nutricionales, es necesario mantener una dieta completa que incluya proteínas, vitaminas y minerales, de acuerdo con la edad del cerdo, los requerimientos nutricionales son variables y dependen del nivel de consumo y la ganancia diaria, siendo estos afectados por factores como genética, raza, sexo, ambiente, estado sanitario, disponibilidad y absorción de nutrientes por parte del animal, por ende, el uso de residuos agrícolas vendría a ser una alternativa sostenible y económica que contribuye a la reducción de costos de producción sin comprometer el rendimiento del animal (Caicedo *et al.*, 2023).

Problema de investigación

La alimentación de los cerdos es uno de los rubros más importantes para el engorde, esta representa el mayor costo en la producción porcina debido a los altos precios que conlleva, además de la alta dependencia que tienen los productores a los insumos concentrados comerciales y la falta de alternativas locales que permitan abaratar costos y cumplir con el requerimiento nutricional del animal, un ejemplo de ello, es el uso de subproductos agrícolas como el maíz y banano, la mayoría de productores carecen de estos alimentos, lo cual agrava el problema, debido a que esta situación limita de una manera considerable tanto la rentabilidad como la sostenibilidad de pequeños y medianos productores, por ende, surge la siguiente interrogante:

¿Pueden los subproductos agrícolas como el maíz, polvillo de arroz y banano verde ser alternativas viables para mantener o mejorar el rendimiento productivo de los cerdos en fase de desarrollo, frente al incremento en el costo de insumos balanceados?

Objetivos de la Investigación

Objetivo General:

Evaluar el efecto de la inclusión de subproductos agrícolas sobre la ganancia de peso y rentabilidad en la dieta de cerdos en fase de desarrollo.

Objetivos Específicos:

1. Analizar el efecto de los subproductos agrícolas (maíz, polvillo de arroz y banano verde) sobre el consumo de alimento.
2. Determinar comportamiento productivo de cerdos alimentados con maíz, polvillo y banano verde.
3. Estimar la rentabilidad de la inclusión de subproductos agrícolas en la dieta de los cerdos en función del costo de alimentación.

Hipótesis

Al menos uno de los subproductos agrícolas (maíz, polvillo de arroz y banano) será eficiente en el comportamiento productivo de los cerdos en estudio.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Marco referencial

1.1.1 Origen de cerdo (*Sus scrofa* ssp. *domestica*).

El origen del cerdo doméstico se sitúa en el jabalí salvaje, surge en el periodo terciario, específicamente en el mioceno. Los cerdos modernos pertenecen al género *Sus* e incluyen a los cerdos asiáticos más pequeños; los célticos que descienden del jabalí europeo; y los cerdos ibéricos de origen africano, que son más grandes que los anteriores y se han dispersado por diversas áreas del sur y de Europa (Varela, 2024).

Todos estos ejemplares comparten características como un cuerpo recubierto de cerdas duras y rígidas, una cola pequeña y enrollada, caninos prominentes, y cuatro dedos con pezuñas. De estos, solo dos hacen contacto con el suelo, mientras que los otros dos están más o menos atrofiados. A lo largo de la historia, se ha documentado que el cerdo ha formado parte de la alimentación de seres humanos, evidenciado por la gran cantidad de restos de cerdos hallados en asentamientos humanos (Canales, 2024).

1.1.2 Clasificación taxonómica.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cerdo doméstico Fuente: (Schoch *et al.*, 2020)

Reino	<i>Animalia</i>
Filo	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Artiodactyla
Familia	<i>Suidae</i>
Género	<i>Sus</i>
Especie	<i>Sus scrofa</i>

Es un mamífero que puede ser encontrado en estado salvaje o en condiciones domésticas. Su denominación científica en su forma natural es *Sus scrofa* conocido como jabalí o cerdo salvaje, mientras que los individuos domesticados se conocen como *Sus scrofa* *doméstica*. Se clasifica como un cuadrúpedo, caracterizado por tener extremidades cortas y pezuñas. En términos fenotípicos, su cuerpo es robusto, con un hocico blando y una cola corta (Yingjie *et al.*, 2021).

1.2 Morfología del cerdo

El cerdo doméstico (*Sus scrofa domestica*) tiene un cuerpo pesado y redondeado, cabeza grande, orejas grandes, hocico estrecho y patas cortas. Su piel es gruesa y sensible (García *et al.*, 2019).

1.2.1 Características físicas

El cerdo se distingue por su figura robusta y de forma redondeada, con una cabeza que es más ligera y de tamaño reducido, un hocico alargado y flexible que le ayuda a encontrar comida, orejas cortas y anchas que apuntan hacia adelante y hacia arriba, patas cortas que terminan en pezuñas, una cola corta y una piel gruesa y sensible que está cubierta de cerdas, las cuales le ofrecen un resguardo ante las condiciones del entorno (Montenegro y Vargas, 2019).

1.2.2 Características de la anatomía del cerdo

La estructura anatómica del cerdo se distingue por contar con un paladar duro que incluye una papila incisiva, donde confluyen los conductos incisivos. También presentan una lengua alargada y estrecha con una punta fina, así como un gran número de crestas o irregularidades palatinas, siendo una de las especies de granja que mejor desarrollan estas características en su boca (Zuccolilli y Cambiaggi, 2023).

1.3 Sistema de producción.

La cría de cerdos puede ser una actividad altamente rentable si se cuenta con un plan adecuado que contemple nutrición, sanidad, reproducción y genética. Cualquier tipo de granja, ya sea extensiva o intensiva, puede lograr el éxito si se tiene en cuenta lo mencionado. No obstante, dada su considerable relevancia social y económica, el enfoque de este texto se centrará principalmente en la gestión de razas mejoradas dentro de sistemas de confinamiento en unidades productivas familiares o microempresas rurales. Se sugiere que los agricultores se unan y, en la medida de lo posible, añadan valor a su producto a través de la transformación (Knox, 2025).

1.3.1 Sistema de producción intensiva.

La producción porcina intensiva es un sistema de explotación de cerdos en naves, con genética mejorada y alimentación concentrada, el propósito de las instalaciones es ofrecer a los animales y al agricultor el máximo bienestar físico, social y ambiental que

posibilite a los animales conseguir el nivel óptimo de producción y a los encargados desempeñar su labor con el menor riesgo posible. Para el productor ganadero, las instalaciones suponen una inversión inicial significativa que debe ser depreciada de manera adecuada y que, además, exige un gasto continuo en su mantenimiento (Galvis y Patiño, 2023).

Ventajas

- ✓ Costo reducido en infraestructura, alimentación, trabajo y gastos de producción.
- ✓ Elevado nivel de fertilidad debido a que los machos están continuamente con las hembras (Araújo *et al.*, 2018).

Desventajas

- ✓ Cruce al azar, reducción en la durabilidad del verraco, incremento en la cantidad de verracos por hembra.
- ✓ Complicaciones en la supervisión sanitaria, elevada tasa de mortalidad entre lechones, problemas de carencia alimentaria, manejo complicado y producción restringida (Angel y Cruz, 2019).

1.3.2 Sistema extensivo

El sistema extensivo, también llamado a campo, se caracteriza por la cría de cerdos en piquetes o refugios rústicos. En este sistema de crianza, los animales viven a campo y reciben poco cuidado del hombre. El capital invertido en las instalaciones es menor que en los otros sistemas y se economiza en la alimentación si los piquetes cuentan con buenas pasturas (Rivero *et al.*, 2019).

Ventajas

Los cerdos en sus momentos más vulnerables son resguardados de las adversidades climáticas, aumentando así la duración de vida del macho. Esto se traduce en un menor uso de alimentos procesados en comparación con el modelo intensivo, ya que se benefician de los pastos y piensos. Asimismo, se presentan menos casos de avitaminosis, se lleva a cabo una selección genética superior, se logra un control sanitario más efectivo y se optimiza el manejo (Dulce *et al.*, 2021).

Desventajas

Requiere recursos humanos para su manejo, inversiones significativas en infraestructura, elevados gastos en alimentación, mayores exigencias técnicas y un incremento en el uso de agua para la limpieza (Ormeño, 2024).

1.4 Diferentes razas existentes en Ecuador

En general se considera que todas las razas de cerdos actuales tienen su origen en el jabalí silvestre. Pero dado que se conocen dos procesos de domesticación, uno en oriente medio datado con una antigüedad de 12.500 años y otro en Asia de 7.000 años, se considera que el jabalí europeo (*Sus scrofa ferus*) podría haber dado origen al cerdo europeo mientras que el jabalí asiático (*Sus indicus*) sería el origen las razas de cerdo asiáticas (Frantz *et al.*, 2020).

1.4.1 Cerdos Criollos

Los cerdos criollos nativos de América Latina provienen en gran medida de las razas porcinas que llevaron los conquistadores españoles en el periodo colonial. Hoy en día, estos animales están repartidos desde México hasta el extremo sur de Argentina, mostrando una notable habilidad para adaptarse a diversas condiciones climáticas y métodos de producción. Se distinguen por su robustez, su resistencia a enfermedades y su capacidad para utilizar recursos alimenticios locales, lo que facilita su crianza con escasos niveles de tecnología e inversión, convirtiéndolos en una opción productiva relevante para los pequeños agricultores en las áreas rurales (Véliz *et al.*, 2020).

1.4.2 Raza Landrace

La raza Landrace se creó en Dinamarca y ha pasado por un extenso proceso de selección genética con el fin de optimizar sus rasgos productivos. Es vista como una de las razas de cerdo más adaptables, pudiendo ser empleada tanto en líneas puras como en programas de cruce, ya sea como madre o padre. Se distingue por su notable desarrollo muscular, excelente calidad de canal, altos niveles de producción cárnica y un significativo porcentaje de jamón, además de ser famosa por su capacidad en la producción de tocino y su notable eficacia reproductiva (Alam *et al.*, 2021).

1.4.3 Raza Duroc

La raza Duroc se desarrolló en Estados Unidos en el siglo XIX, gracias al cruce y la selección de varias líneas de cerdos rojos. Es una de las razas de cerdo más comunes en la producción comercial, gracias a su rápido aumento de peso, eficiencia en el consumo de alimento y un notable desarrollo de masa muscular. También se distingue por su rusticidad, su adaptabilidad y su resistencia a diversas condiciones de manejo, además de ofrecer carne de alta calidad, valorada por su infiltración adecuada de grasa, su jugosidad y su rendimiento en canal (Montaguano *et al.*, 2025).

1.4.4 Raza Piétrain

La raza Piétrain se originó en Bélgica, concretamente en la localidad de Piétrain, donde fue cultivada en la primera mitad del siglo XX a través del cruce y la selección de varias poblaciones de cerdos europeos. Esta raza se distingue por su notable desarrollo muscular, su alto rendimiento de canal y su gran porcentaje de carne magra, lo que la hace muy popular en los programas de cruce comercial. Además, investigaciones recientes han revelado la variabilidad genética existente entre las poblaciones de Piétrain de diferentes áreas de Bélgica, especialmente en Valonia, lo que favorece la diversidad genética y el progreso de la raza (Zhan *et al.*, 2020).

1.4.5 Raza Yorkshire

La raza Yorkshire, también conocida como Large White, tiene su origen en Inglaterra y es una de las razas de cerdos más populares a nivel global. Se distingue por su piel y pelaje de tonalidad blanca, un cuerpo alargado, una cabeza de tamaño intermedio con un perfil levemente cóncavo y orejas en posición vertical. Es reconocida por su resistencia y notable capacidad para adaptarse a diversas condiciones ambientales y métodos de producción. Asimismo, las hembras son conocidas por sus sobresalientes habilidades maternas, su alta capacidad reproductiva y su notable producción lechera, lo que les permite criar y destetar camadas grandes con buenos pesos al momento del destete, siendo comúnmente utilizadas en programas de mejora genética y en la producción comercial de carne de cerdo (Elizabeth, 2024).

1.5 Alimentación de cerdo

La alimentación de los cerdos representa uno de los elementos más cruciales en los sistemas de producción porcina, ya que afecta de manera directa el crecimiento, la eficacia productiva y la rentabilidad del negocio. Es fundamental que la dieta proporcione la cantidad correcta de energía, proteínas, aminoácidos, minerales y vitaminas para cumplir con las necesidades nutricionales de los animales en cada fase de producción (Pomar *et al.*, 2021).

La capacidad de los cerdos para transformar los nutrientes ingeridos en tejido corporal está influenciada por factores relacionados en tejido corporal, como su edad y metabolismo, así como por la composición de la dieta y el método de alimentación aplicado. Una nutrición adecuada permite maximizar el uso de los nutrientes, favorecer el aumento de peso y disminuir las pérdidas de nutrientes al medio ambiente (Rodrigues *et al.*, 2022).

1.5.1. Alimentación con balanceados comerciales

La nutrición con piensos comerciales forma la columna vertebral de métodos de producción porcina contemporáneos, ya que facilita la entrega de dietas integrales y balanceadas que satisfacen las necesidades nutricionales de los animales en cada fase de producción. Estos alimentos se crean mediante la mezcla de ingredientes energéticos, como granos y grasas, junto a fuentes de proteínas, minerales, vitaminas y aminoácidos esenciales. Su finalidad principal es asegurar un crecimiento adecuado, un desarrollo muscular óptimo y una eficiencia en la producción, ofreciendo los nutrientes requeridos en cantidades específicas para maximizar el rendimiento de los cerdos y preservar su salud (Tomalá, 2021).

La calidad nutricional de un alimento comercial balanceado no solo está determinada por la calidad de nutrientes que posee, sino que también por su nivel de digestibilidad y la accesibilidad de estos nutrientes para el animal. Por lo tanto, las formulaciones modernas se enfocan en el concepto de nutrientes que son digeribles, en particular aminoácidos y energía, con el objetivo de optimizar la utilización de los ingredientes y minimizar las pérdidas nutricionales (Quelen *et al.*, 2021).

Tabla 2 Composición de un balanceado comercial para cerdos Fuente: (Ramos y Villamil, 2019).

Nutriente (%)	Desarrollo	Engorde
Proteína cruda	18	16
Grasa cruda	4,5	3
Fibra cruda	7	8
Ceniza	7	7
Humedad	13	13

1.5.2. Alimentación basada en granos y cereales

Según Pan y An. (2020) los granos como el maíz, el trigo y el sorgo son la fuente primaria de energía en las dietas porcinas gracias a su alto contenido de carbohidratos que son fácilmente digeribles. Estos componentes ayudan a satisfacer una gran parte de las necesidades energéticas de los animales, promoviendo un crecimiento y desarrollo productivo óptimos. Por esta razón, son frecuentemente empleados en la elaboración de piensos balanceados para cerdos.

Xiaokang *et al.* (2022) mostraron que la cebada y el trigo pueden servir como sustitutos del maíz en la dieta de los cerdos sin impactar de manera adversa en su rendimiento productivo. Estos granos proporcionan energía y nutrientes vitales que favorecen el desarrollo de los animales. Asimismo, su incorporación en las fórmulas alimenticias ayuda a diversificar las fuentes nutricionales y a utilizar los recursos disponibles en diversas áreas de producción.

El sorgo se presenta como un grano con la capacidad de reemplazar parcial o completamente el maíz en la dieta de cerdos, gracias a su valor energético y fácil acceso en varias regiones agrícolas. Su elevado contenido en almidón lo hace una valiosa fuente energética para los cerdos en desarrollo y en fase de engorde. Del mismo modo, su uso puede ayudar a disminuir los gastos en alimentación cuando las circunstancias de producción lo permiten (Pan *et al.*, 2021).

1.5.3. Alimentación basada en fuentes proteicas

Las fuentes de proteína son esenciales en la dieta porcina porque proporcionan los aminoácidos necesarios para el crecimiento, el desarrollo de los músculos y la conservación de las funciones fisiológicas en los animales. Estos componentes complementan las fuentes de energía de la alimentación y posibilitan la creación de raciones equilibradas que cumplen con las necesidades nutricionales de los cerdos en cada fase de producción. Algunas de las fuentes proteicas más comunes incluyen la harina de soya, las legumbres, subproductos de aceites y otras opciones tanto vegetales como animales (Parrini *et al.*, 2023).

1.5.3.1. Harina de soya

Según Lestingi (2024) la harina de soya sigue siendo la principal fuente de proteínas en la nutrición porcina gracias a su alto contenido proteico y su excelente perfil de aminoácidos esenciales, destacando la lisina. Estas propiedades la hacen uno de los componentes más empleados en la creación de dietas para cerdos, ya que ayuda a cubrir las necesidades nutricionales requeridas para el crecimiento, desarrollo muscular y rendimiento productivo de los animales. Asimismo, su gran digestibilidad favorece una utilización eficaz de los nutrientes ingeridos.

Parrini *et al.* (2023) también mencionaron que la harina de soya sirve como referencia para analizar nuevas fuentes de proteínas alternativas que se utilizan en la alimentación de cerdos. Su gran accesibilidad, valor nutricional y efectividad en la producción han permitido que siga siendo uno de los componentes clave en la industria de piensos. No obstante, el deseo de disminuir gastos y aumentar la sostenibilidad de los sistemas de producción ha fomentado la exploración de otras fuentes de proteínas que puedan complementar o reemplazar parcialmente la harina de soya sin comprometer el desempeño de los animales.

1.5.3.2. Harina de pescado

La harina de pescado se presenta como una de las fuentes de proteína más comunes en la alimentación de lechones que han sido destetados, gracias a su excelente digestibilidad y su apropiado nivel de aminoácidos esenciales. Su inclusión a las dietas promueve el crecimiento y desarrollo de los animales, además de ayudar al refuerzo del sistema

inmunitario y al balance del microbiota intestinal, estas propiedades la establecen como un ingrediente clave en la nutrición porcina (Yang *et al.*, 2022).

Li *et al.* (2021) evaluaron el impacto de diversas fuentes de proteína, incluyendo la harina de pescado, en la dieta de lechones recién destetados, se estudió con el fin de evaluar su efecto sobre el crecimiento, la respuesta inmunitaria y el bienestar intestinal. Los hallazgos indicaron que la incorporación de harina de pescado en la dieta mejora notablemente el rendimiento productivo de los lechones en la fase posterior al destete, gracias a su alto contenido de proteínas de calidad superior y aminoácidos esenciales que son fácilmente digeribles.

1.5.4. Alimentación con forrajes

La utilización de forrajes en la dieta de los cerdos ofrece una opción sostenible en comparación con los métodos tradicionales que se centren principalmente en cereales y piensos. Aunque el uso de forrajes y pasturas ha sido limitado en la alimentación porcina, tienen el potencial de aportar nutrientes y disminuir la competencia con los alimentos destinados al consumo humano. Los cerdos pueden beneficiarse de recursos forrajeros como la alfalfa y el trébol, lo cual proporciona ventajas nutricionales y promueve un comportamiento alimenticio más acorde con su naturaleza. Asimismo, la incorporación de forrajes puede completar las dietas convencionales, potenciar el bienestar animal y servir como estrategia factible dentro de sistemas de producción más sostenible (Klevenhusen *et al.*, 2026).

Un ejemplo de esto es la harina de morera (*Morus alba*) Vernaza *et al.* (2022) nos dicen que este pasto se representa como una opción forrajera de gran valor nutricional para la alimentación de porcinos, dado que se puede usar como un reemplazo parcial del concentrado comercial sin perjudicar el rendimiento productivo de los animales. En el estudio se analizaron niveles de incorporación de 3.6 y 9 % de harina de morena en cerdos cruzados Pietrain x Landrace durante las fases de crecimiento y engorde, considerando variables como aumento diario de peso, ingesta de alimento y conversión alimentaria. Los hallazgos mostraron que la inclusión del 3% de harina de morena tuvo el rendimiento productivo más favorable, demostrando que este forraje puede ser integrado en las dietas porcinas como una opción alimentaria viable y económica.

En una investigación realizada por Presto *et al.* (2019) evaluaron la utilización de ensilajes de achicoria (*Cichorium intybus*) y trébol rojo (*Trifolium patense*) como una opción forrajera en la dieta de cerdos en fase de engorde. Los animales fueron alimentados con una dieta comercial enriquecida con estos forrajes, y se constató que el ensilaje de trébol rojo proporcionó nutrientes y energía que mejoraron el uso del alimento.

1.5.5. Alimentación con raíces y tubérculos

Las raíces y los tubérculos representan una alternativa práctica y económica para la alimentación de cerdos, especialmente en regiones tropicales donde su cultivo es sencillo. Alimentos como la yuca, el camote, la malanga y el ñame son ricos en carbohidratos, lo que les permite proporcionar principalmente energía. Estos componentes pueden sustituir parcialmente el maíz en la dieta, contribuyendo a la reducción de los costos de producción sin perjudicar el crecimiento de los animales, siempre y cuando la alimentación sea equilibrada. Además, procesos como cocinar, secar o ensilar estos alimentos optimizan su utilización, facilitando que los cerdos absorban mejor los nutrientes que contienen (Valverde *et al.*, 2023).

La batata o camote (*Ipomoea batatas*), se presenta como una opción atractiva para la dieta de los cerdos, debido a su elevado nivel de energía y su contenido de carbohidratos fácilmente asimilables. Tanto las raíces como el follaje son aptos para ser incorporados en la alimentación, siendo las raíces adecuadas para reemplazar en parte ingredientes convencionales como el maíz. Además, métodos como la cocción, el secado o el ensilaje optimizan la utilización de sus nutrientes. Varios estudios sugieren que la inclusión de entre un 10 y un 30% de batata en la alimentación no influye en el crecimiento ni en la producción de los animales, por lo que se considera una alternativa sostenible y económica para la cría de cerdos (Wu y Mo, 2026).

La yuca (*Manihot esculenta*) y la malanga o taro (*Colocasia esculenta*) al ser cocinadas pueden servir como opciones alimenticias en la alimentación de cerdos, sobre todo en sistemas familiares y de traspato. En un estudio realizado por Valverde *et al.* (2023) en Ecuador, se evidenció que estos tubérculos pueden reemplazar en parte ingredientes tradicionales de la dieta, ayudando a disminuir los costos de alimentación sin afectar de manera notable el crecimiento y rendimiento de los cerdos. Los hallazgos subrayan el

potencial de utilizar recursos locales disponibles, promoviendo una producción más rentable y sostenible en áreas tropicales.

1.5.6. Alimentación mediante residuos agrícolas

La incorporación de desechos agrícolas en la dieta de cerdos se ha establecido como una técnica sostenible dentro de los sistemas de cría porcina, particularmente en áreas tropicales donde se dispone de manera abundante de residuos de cultivos, hojas y rastrojos. De acuerdo con Atsbeha *et al.* (2020) desechos como el rastrojo de maíz, los restos de yuca y las sobras de músáceas pueden ser utilizadas a través de métodos de conservación, como el ensilaje, lo que mejora tanto su valor nutricional como su duración. En esta forma de alimentación ayuda a maximizar la digestibilidad, promueve la salud intestinal de los animales y disminuye los gastos en alimentación, convirtiéndose en una opción factible para sistemas rurales de menor escala y una producción porcina sostenible.

La investigación de Chucuri (2024), estudia las posibilidades de fuentes proteicas distintas para la dieta de los cerdos, abarcando subproductos agrícolas como reemplazos parciales de la harina de soya. El artículo indica que dichos recursos pueden incorporarse en las alimentaciones porcinas sin perjudicar su rendimiento productivo, siempre y cuando sean formulados correctamente. Asimismo, enfatiza que su utilización ayuda a disminuir los gastos en la alimentación y favorece la sostenibilidad de los sistemas porcinos, impulsando una reducción en la dependencia de insumos tradicionales.

1.5.7. Alimentación mediante subproductos agroindustriales

La utilización de productos secundarios de la agroindustria en la dieta del cerdo se ha establecido como un enfoque dentro de sistemas de producción sostenible, gracias a su habilidad para sustituir de manera parcial ingredientes convencionales sin comprometer el rendimiento productivo. Estos productos secundarios, que comprenden desechos de la industria alimentaria como cereales tratados, semillas oleaginosas, frutas y otros residuos orgánicos, proporcionan nutrientes valiosos y compuestos bioactivos que pueden potenciar la eficiencia alimentaria, la salud del intestino y la calidad de la carne (Pinotti *et al.*, 2023).

El uso de subproductos agroindustriales en la alimentación de cerdos también vincula con avances en la sostenibilidad ecológica de la cría de animales, ya que ayuda a minimizar

la producción de desechos orgánicos y reduce la demanda sobre los recursos naturales empleados en la elaboración de alimentos balanceados. Incorporar estos elementos en las raciones puede mantener e incluso mejorar indicadores productivos como el aumento de peso y la eficacia alimentaria, siempre y cuando se formulen correctamente debido a la variabilidad en su composición (Georganas *et al.*, 2024).

1.5.8. Alimentación líquida

La nutrición líquida en porcinos involucra la combinación de componentes sólidos con agua en cantidades específicas, lo que puede aumentar el consumo voluntario, la ganancia de peso y promover una mejor salud intestinal en comparación con la nutrición seca. No obstante, este método conlleva el riesgo de fermentación no deseada e incontrolada, lo que podría afectar la calidad tanto microbiológica como nutricional del alimento, produciendo compuestos indeseables como las aminas biogénicas, la regulación de pH a través de fermentación controlada o mediante acidificación, junto con el uso de prácticas de higiene adecuadas (Cullen *et al.*, 2021).

La higiene del sistema de suministro tiene un impacto directo en la calidad de la alimentación líquida destinada a cerdos, puesto que la acumulación de desechos y la creación de biopelículas pueden fomentar el crecimiento de microorganismos no deseados. Estas circunstancias modifican la composición del alimento, lo que puede afectar su estabilidad y, en consecuencia, la salud y desempeño animal (Cullen *et al.*, 2024).

La nutrición líquida en cerdos de engorde ofrece una provisión de agua combinada con el alimento, lo cual puede afectar al patrón de consumo. No obstante, los animales conservan su deseo de beber agua independientemente del método de alimentación, lo que resalta la importancia de asegurar un suministro constante de agua fresca. A pesar de que este enfoque puede favorecer una ingesta nutricional adecuada y un destacado rendimiento productivo, se constata que la gestión del agua continúa siendo un aspecto crucial para el bienestar de los animales, sobre todo en aquellos de mayor tamaño (Nannoni *et al.*, 2024).

1.5.9. Alimentación fermentada

La alimentación fermentada en cerdos implica la incorporación de dietas que se mezclan con agua y son inoculadas con microorganismos beneficiosos, principalmente

bacterias lácticas. Este método permite realizar una fermentación controlada de los alimentos antes de su distribución. A través de este proceso, se promueve la formación de ácidos orgánicos, sobre todo ácido láctico, lo que disminuye el pH del alimento y previene el desarrollo de microorganismos patógenos en el aparato digestivo (Lau *et al.*, 2022).

El maíz que ha sido fermentado en la dieta de los cerdos, en especial cuando se mezcla con fuentes de azúcares como la melaza, aumenta notablemente la disponibilidad energética y la utilización de nutrientes en los animales, a lo largo del proceso de fermentación, los carbohidratos presentes en el maíz son descompuestos parcialmente por microorganismos, lo que mejora la digestibilidad del almidón y favorece la generación de ácidos orgánicos beneficiosos. Esta forma de fermentación también ayuda a promover la salud intestinal. Además se han observado mejoras en la ganancia de peso y la eficiencia en la alimentación de cerdos que consumen dietas con maíz fermentado (Liu *et al.*, 2022).

1.5.10. Alimentación de precisión

La alimentación precisa en cerdos se fundamenta en la provisión adaptada de nutrientes de las necesidades específicas y cambiantes de cada animal, teniendo en cuenta elementos como la edad, el peso y la tasa de crecimiento. Este enfoque emplea modelos matemáticos y tecnologías avanzadas para calcular los requerimientos diarios, facilitando la creación de dietas más precisas. Como consecuencia, se optimiza la eficiencia en el uso de nutrientes, se minimiza el desperdicio de proteínas y minerales, y se mejora la conversión alimenticia. Asimismo, este método ayuda a reducir los costes de producción y la liberación de nitrógeno y fósforo al medio ambiente (Remus, 2026).

La adopción de sistemas de alimentación de precisión en los cerdos permite modificar de forma diaria tanto la composición como la cantidad de alimento en función de las diferencias individuales de los animales dentro de un mismo grupo. Este método incrementa la eficiencia en la producción al minimizar el exceso o la falta de nutrientes, particularmente de aminoácidos esenciales como la lisina. A su vez, se logra una notable reducción en el uso de proteínas, así como en el costo de los alimentos y la eliminación de nitrógeno y fósforo, lo que contribuye a disminuir el impacto ambiental de la cría porcina. Además, este sistema propicia una producción más rentable y avanzada tecnológicamente, al incorporar herramientas de monitoreo y control en el tiempo real (Gaillard *et al.*, 2020).

1.5.11. Requerimiento Nutricionales.

La producción de cerdos de forma rentable es un trabajo difícil y optimizar resultados mientras uno se mantiene competitivo representa un desafío. Pero si a esto incluimos las fluctuaciones en el precio del alimento balanceado, los nuevos reglamentos y un mercado impredecible, la tarea puede parecer más desalentadora. Además, las disrupciones en la cadena de suministro han agudizado, aún más, la necesidad de que los productores reduzcan las pérdidas; mientras que muchos esperan solo cubrir los gastos para mantener sus granjas a flote, los costos del alimento balanceado constituyen la mayor inversión de los productores, muchas veces representando hasta el 70% de los costos de producción y sobre todo en su etapa de desarrollo y en engorde. Por lo que es necesario que los productores adapten su estrategia nutricional para optimizar la eficiencia alimenticia (Gilliam, 2019).

1.5.12. Requerimiento de Energía

La estimación de la necesidad energética para el mantenimiento en condiciones óptimas asegura que el animal se mantenga en un equilibrio energético nulo, es decir, en una situación donde no hay variación en la energía corporal, estableciéndose en relación al peso metabólico promedio del animal en esta fase. En la alimentación de cerdos, el maíz se posiciona como el cereal más empleado en las dietas porcinas, principalmente por su disponibilidad, proximidad a los criaderos de cerdos y su elevado contenido energético (Hannas *et al.*, 2025).

Los cerdos raramente retienen más del 50% de la energía que se les proporciona, lo que sugiere un ineficiente uso de la energía de la dieta. En la mayoría de las dietas, aproximadamente del 80 al 90 % de la dieta energética es digerida, y está potencialmente disponible para el animal. No toda la energía que se digiere (y absorbe) puede ser retenida, ya que el animal perderá energía en la orina (principalmente en la urea) y como metano. Aparte de estas pérdidas "físicas" de energía, una gran parte de la energía se pierde como calor (Milgen, 2019).

1.5.13. Requerimiento de Proteína

Esta proteína se obtiene de los cereales como el maíz, el trigo y el sorgo, los cuales satisfacen entre el 30% y el 60% de las necesidades totales de los aminoácidos esenciales. Para complementar lo restante, se requiere de una fuente que ofrezca un mayor contenido de aminoácidos, como las harinas de soja, así como la adición de aminoácidos sintéticos, que

ayudan a lograr un balance en la composición del alimento preparado. La demanda de aminoácidos cambia con la edad y el peso del animal, siendo más alta en los jóvenes y disminuyendo a medida que aumenta el peso corporal (Montoya, 2023).

Los productos tales como el maíz, el polvillo de arroz, el banano verde y la harina de soya ofrecen diversos beneficios nutricionales en la dieta. El maíz es un grano que se clasifica como cereal por su elevado valor energético, presenta un contenido superior de almidón y grasa, mientras que su fibra es relativamente baja. Su aporte proteico se sitúa en un 7%. Por su parte, el polvillo de arroz es un alimento energético, caracterizado por un bajo nivel proteico del 12%, un contenido graso del 13.5% y una fibra del 2.9%. El banano verde es una fuente importante de fibra, vitaminas y minerales, pero su aporte en proteínas es modesto, alcanzando solo un 1.67, aproximadamente un 4%. En cuanto a la harina de soya, su contribución a la dieta es considerable, proporcionando un 42% de proteína, equivalente a 6.72. El propósito de usar estos productos es disminuir los costos mientras se incrementa la disponibilidad de alimentos (Pacheco, 2021).

1.6. Alternativas de inclusión en la dieta

Las alternativas más confiables que se pueden agregar en la dieta de un cerdo con los subproductos de origen agrícola que ofrecen una opción estratégica para su alimentación, gracias a su disponibilidad en distintas regiones, bajo costo de adquisición y su posible contenido nutricional. Incorporar estos materiales en las dietas permite reemplazar parcialmente ingredientes tradicionales como granos y fuentes de proteínas, ayudando a bajar los costos de producción sin perjudicar el rendimiento zootécnico de los animales (Matías *et al.*, 2018).

Es fundamental realizar una evaluación adecuada de su composición química, digestibilidad y proporciones de inclusión, con el fin de crear raciones equilibradas que cumplan con las necesidades nutricionales de los cerdos en fases de crecimiento. Asimismo, el uso de estos recursos favorece la sostenibilidad en los sistemas productivos al incentivar la valorización de residuos agroindustriales y reducir la dependencia de insumos tradicionales (Papatsiros *et al.*, 2025).

Al final además de los subproductos más usuales que pueden ser usados por temas de cercanía a las áreas agrícolas son los siguientes.

1.6.1. Maíz (Molido)

El maíz triturado (molido) se considera uno de los principales componentes energéticos en la alimentación de cerdos, gracias a su alta concentración de almidón, magnífica digestibilidad y su atractivo sabor. Su contenido energético apoya los procesos metabólicos que están asociados con el desarrollo muscular y el aumento de tejido corporal, lo que impacta de manera significativa en la ganancia de peso diaria. Asimismo, la acción de la molienda incrementa la accesibilidad de los nutrientes al ampliar la superficie de contacto para que las enzimas funcionen durante el proceso digestivo. Diferentes investigaciones han demostrado que los regímenes alimenticios que incluyen granos ricos en almidón mantienen un rendimiento productivo adecuado y mejoran la eficiencia alimenticia en los cerdos jóvenes. Estableciendo al maíz como el ingrediente clave en la creación de dietas energéticas (Jo *et al.*, 2021).

1.6.2. Polvillo de arroz

Este es un subproducto derivado del pulido o triturado de los granos, el cual se presenta como una fuente valiosa de energía, proteínas, lípidos y minerales. Su uso en las dietas de los cerdos ha generado un creciente interés debido a su amplia disponibilidad y su menor costo en comparación con ingredientes tradicionales Sheena *et al.* (2021). Su contenido moderado de fibra puede restringir su digestibilidad si se utiliza en grandes cantidades, estudios recientes han evidenciado que su incorporación en adecuadas proporciones puede ayudar a mantener el rendimiento productivo y optimizar la adsorción de nutrientes. Además, proporciona fósforo y otros compuestos bioactivos que pueden favorecer el metabolismo animal y mejorar la salud intestinal (Huang *et al.*, 2021).

1.6.3. Banano verde

El banano sin madurar se presenta como una alternativa energética para la dieta de cerdos en zonas tropicales, gracias a su gran disponibilidad y a su alto contenido de almidón. Varios estudios han demostrado que este fruto puede ser empleado de distintas maneras: fresco, cocido, fermentado o incluso ensilado, como un sustituto parcial de fuentes energéticas convencionales, manteniendo niveles productivos aceptables si la dieta se complementa con apropiadas fuentes de proteínas. Asimismo, el uso de frutos desechados

ayuda a disminuir los costos de alimentación y favorece la sostenibilidad de los sistemas de producción porcina (Caicedo *et al.*, 2020).

1.7. Investigaciones relacionadas

De acuerdo a García *et al.* (2018), en su estudio sobre el uso de subproductos agrícolas en la alimentación de cerdos ibéricos cruzados y su impacto en las características de calidad de la carne indica que una dieta elevada en fibra durante la fase de recría de estos animales no afecta de manera significativa a los atributos de calidad de la carne analizados. Sin embargo, podría influir en la capacidad de retención de agua. Una alimentación con restricción energética que sea alta en fibra puede ofrecer ventajas en ciertos aspectos productivos, y la adición de fibra en la dieta tiene un efecto favorable sobre el bienestar, la salud y el comportamiento de los animales. Esto contribuye a disminuir la frecuencia de enfermedades entéricas y las conductas estereotipadas, sin que la calidad de la carne se vea comprometida.

Según Lema (2019), investigó la identificación de tres subproductos agrícolas como opción nutricional en la cría de cerdos durante la harina de yuca, puesto que posee un alto potencial energético en la fase final de engorde del cerdo; y para complementar la dieta es importante incluir la parte vegetativa de la planta dado que esta aporta las proteínas y vitaminas que la harina de yuca no tiene.

De acuerdo con Caicedo *et al.* (2023), en su análisis sobre el uso de subproductos agrícolas fermentados en la dieta porcina, concluyeron que estos elementos pueden funcionar como una opción nutricional efectiva para reducir los costos de producción sin comprometer el rendimiento de los animales. Los investigadores resaltan que la incorporación de subproductos agrícolas en la alimentación mejora la asimilación de nutrientes, apoya la salud digestiva y ayuda a lograr adecuados niveles de aumento de peso y eficiencia alimenticia, convirtiéndose en una opción sostenible para los sistemas de producción porcina.

Según Pinotti *et al.* (2023), en su análisis sobre la bioconversión en cerdos mediante el aprovechamiento de subproductos y excedentes de la industria alimentaria, llegaron a la conclusión de que los cerdos tienen una notable habilidad para transformar estos elementos en proteínas animales de alta calidad. Esto favorece la utilización eficiente de nutrientes

dentro de la cadena alimentaria. Los autores destacan que agregar estos subproductos a las dietas puede asegurar un rendimiento productivo adecuado, sin perjudicar el crecimiento ni el bienestar de los animales. Además, estos se convierten en una opción sostenible para la reducción de los costos de alimentación y la dependencia de ingredientes tradicionales. Estos hallazgos subrayan el potencial de los subproductos agrícolas y agroindustriales como una estrategia para optimizar el aumento de peso y conversión alimentaria en los sistemas de producción porcina.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Caracterización del área de estudio

La presente investigación se realizó en la parroquia Colonche, que forma parte del cantón Santa Elena, ubicado en la provincia de Santa Elena, en la región litoral del Ecuador. Colonche limita al norte con la parroquia Manglaralto y el cantón Paján de la provincia de Manabí; al sur, con las parroquias Simón Bolívar y Santa Elena; al este, con el cantón Pedro Carbo de la provincia del Guayas; y al oeste, con el océano Pacífico. La localización geográfica aproximada de este territorio es de 1°50'00" S de latitud y 80°30'00" O de longitud.

Se distingue por su clima seco tropical, con temperaturas promedio entre 24°C y 30 °C y una marcada estación seca. Tiene un paisaje montañoso, dotado de vegetación xerofítica. Posee una rica tradición cultural montuvia y es reconocida por su historia ancestral relacionada con la comunidad indígena de los Chongón-Colonche. Su economía se fundamenta en la agricultura, la ganadería y diversas actividades artesanales Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMH, 2025).

2.2. Material biológico y condiciones experimentales

Se ocuparon 12 cerdas de raza Landrace con un rango de peso de 15-20 kg y una edad de 2 meses.

2.3. Materiales, equipos e insumos

2.3.1. Instalaciones

- ✓ Las cerdas se alojaron en un galpón o corral porcino no tecnificado que fue construido con postes, cañas y zinc para el techado el cual contó con todas las necesidades que tuvieron como sistema de conexión con tubos y chupones tipos nipple para el agua y comederos para la alimentación.

2.3.2. Materiales

- ✓ Agua potable
- ✓ Compartimentos contruidos con postes, caña y cubierta de zinc
- ✓ Materiales de limpieza y construcción: Pala, carreta, pico, martillo, machete.
- ✓ 6 chupones tipo nipple

- ✓ 12 comederos
- ✓ 4 tachos para almacenamiento de agua.
- ✓ Registros de campo
- ✓ Libreta de campo

2.3.3. Equipos

- ✓ Cámara digital o celular
- ✓ Bascula de plataforma
- ✓ Medidor de humedad digital
- ✓ Calculadora Casio o digital.

2.3.4. Insumos

- ✓ Alimentos: Polvillo de arroz, maíz molido, banano verde, balanceado comercial
- ✓ Vacunas desparasitantes (ivermectina)
- ✓ Desinfectante de agua (Creopac 60%)
- ✓ Antibióticos de emergencia como hierro (Ferro 200)
- ✓ Cipermetrina, Diclorvos/Vapona, sulfadiazina, Aluminio en polvo, Butóxido de piperonilo

2.4. Diseño de la investigación

El diseño experimental empleado fue de Completos al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones, en donde cada cerdo representó a una repetición; cada tratamiento contó con la cantidad de tres cerdos (hembras). La unidad de muestreo correspondió a tres cerdos por tratamiento. El modelo lineal del diseño experimental fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Valor de la variable de respuesta

μ : Media general

α_i : Efecto del i-ésimo tratamiento

ϵ_{ij} : Error experimental

Tabla 3 ANOVA.

Fuente de variación	Fórmula	Grados de Libertad
Tratamientos	$t - 1$	3
Error	$t * (r - 1)$	8
Total	$(t * r) - 1$	11

**t = número de tratamientos (4). *r = número de repeticiones (3).*

2.4.1. Detalle de tratamientos

A continuación, en la Tabla 4 se muestran los tratamientos experimentales que fueron analizados en el estudio, junto con la proporción porcentual de las dietas que se proporcionaron a cada grupo experimental.

Tabla 4 Tratamientos y formulación de dietas.

Tratamientos	Formulación de dietas
T1	70% Balanceado – 30% Polvillo de arroz
T2	70% Balanceado – 30% Banano verde
T3	70% Balanceado – 30% Maíz molido
T4 (Testigo)	Balanceado comercial

2.5. Croquis del corral

A continuación, se presentan las dimensiones en las que se construyó el corral en donde se alojaron cada una de las cerdas, se construyeron 4 corrales con una dimensión de 3x3 y se dejó también un pasillo de 1x9 en donde se facilitó poder suministrar el alimento.

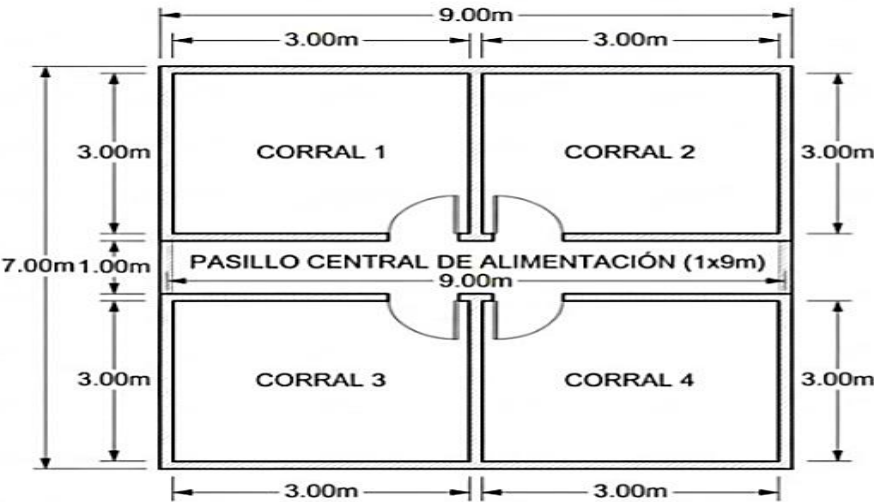


Figura 1 Dimensiones de los corrales Fuente: (Autodesk, 2026).

2.6. Manejo del experimento

Se comenzó con la construcción de la estructura en donde se alojaron los cerdos, se utilizaron cañas, postes y zinc el cual sirvió para que el corral tenga una cubierta, este se dividió en cuatro compartimientos en donde se repartieron cada uno de los tratamientos que se realizaron.

Previo a la llegada de las cerdas, se realizaron diversas acciones de bioseguridad en el espacio experimental. Inicialmente, los corrales se desinfectaron empleando soluciones de yodo y creolina. Adicionalmente, se instalaron camas de viruta con el objetivo de mejorar la higiene y el confort animal. Además, se colocaron comederos y bebederos individuales, garantizando de esta manera que ellas dispongan de un ambiente y nutrición apropiados.

Se emplearon 12 cerdas en etapa de crecimiento, todas con un rango de peso de unos 15- 20 kg y una edad de 2 meses. Estas se distribuyeron de manera aleatoria en un corral que se dividió en cuatro compartimientos, donde cada uno recibió tres cerdos para su tratamiento.

Para medir la calidad de cada alimentación, se examinó el valor nutricional de los subproductos (tales como el polvillo de arroz, el maíz y el banano verde), enfocándose en los grados de proteínas, fibra, energía, humedad y textura.

Cada cerda fue pesada de manera individual al comienzo de la investigación, y su peso fue anotado semanalmente durante todo el periodo de estudio. Esto facilitó la determinación del beneficio diario de peso (GDP) y el índice de conversión alimenticia (ICA).

La gestión de salud que se realizó implicó una desparasitación preventiva con ivermectina al comienzo del experimento, además de la aplicación de complejo B + vitamina C durante la etapa de adaptación. Se realizaron revisiones veterinarias regulares para evitar afecciones en las cerdas. El agua se guardó en recipientes grandes y limpios, donde se realizaron conexiones con tuberías y cubos para garantizar que el suministro alcance todas las zonas que se compartieron.

Se realizó también un tratamiento preventivo contra la dermatitis en cada una de las cerdas, se aplicó Penicilina en una dosis de 3 ml por cada animal, se repitió la dosis en cada

una de las cerdas por tres días, teniendo resultados positivos previniendo que los animales se enfermaran.

El entorno fue regulado de forma natural, conservando unas temperaturas bajas de 28°C, esto garantizó una correcta ventilación natural y dio resguardo ante lluvias y corrientes de aire. Se llevó a cabo el mantenimiento diario de los corrales y también se tuvo un seguimiento de las causas de mortalidad y sus posibles razones en una bitácora diaria.

Finalmente, se analizaron los datos obtenidos con el propósito de comparar el efecto de los diferentes subproductos agrícolas en la ganancia de peso y la eficiencia productiva de los cerdos, sirvió también para determinar la viabilidad técnica y económica de cada tratamiento.

2.7. Formulación de dietas

Las dietas se elaboraron para cubrir las necesidades nutricionales fundamentales de las cerdas en desarrollo, y se enriquecieron con una premezcla de vitaminas (como A, D Y E) y minerales (como calcio, magnesio, fósforo, etc.). La dieta se suministró dos veces al día, una en la mañana en horario de 09h00 y otra en la tarde en horario de 17h00, y se anotó el consumo diario de alimentos para cada tratamiento.

La creación de las dietas experimentales se llevó a cabo teniendo en cuenta el aporte de proteína y energía del balanceado comercial para la fase de crecimiento. En la Tabla 5 se muestran los aportes nutricionales de los componentes utilizados como base para el diseño de las dietas de cada grupo de tratamiento con 2 kg de alimento para la fase de crecimiento.

2.7.1. Fase de crecimiento - 2kg por jornada

Tabla 5 Requerimientos de Proteína y energía del balanceado y subproducto en la fase de desarrollo.

Tratamiento	Ingrediente	Cantidad (kg)	% PC	Proteína (g)	Energía (kcal/kg)	Energía total
T1	Balanceado (70%)	1.4	17	238 g	3050	4270 kcal
	Polvillo de arroz (30%)	0.6	11	72 g	2300	1380 kcal

	TOTAL	2.0	—	310 g	—	5650 kcal
T2	Balanceado (70%)	1.4	17	238 g	3050	4270 kcal
	Banano verde (30%)	0.6	3	24 g	2700	1620 kcal
	TOTAL	2.0	—	262 g	—	5890 kcal
T3	Balanceado (70%)	1.4	17	238 g	3050	4270 kcal
	Maíz (30%)	0.6	8	48 g	3400	2040 kcal
	TOTAL	2.0	—	286 g	—	6310 kcal
T4	Balanceado (100%)	2.0	17	340 g	3050	6100 kcal

Balanceado comercial: 17% PC / 3050 kcal ED

Polvillo de arroz: 11% PC / 2300 kcal ED

Banano verde: 3% PC / 2700 kcal ED

Maíz: 8% PC / 2600 kcal ED

2.7.2. Fase de Engorde – 2.5 kg por jornada

La Tabla 6 muestra cada uno de los aportes de proteína y energía que aportan 2.5 kg de alimento.

Tabla 6 Requerimientos de Proteína y energía del balanceado y subproducto en la fase de engorde.

Tratamiento	Ingrediente	Cantidad (kg)	% PC	Proteína (g)	Energía (kcal/kg)	Energía total
T1	Balanceado (70%)	1.75	17	298 g	3050	5338 kcal
	Polvillo de arroz (30%)	0.75	11	90 g	2300	1725 kcal
	TOTAL	2.5	—	388 g	—	7063 kcal

T2	Balanceado (70%)	1.75	17	298 g	3050	5338 kcal
	Banano verde (30%)	0.75	3	30 g	2700	2025 kcal
	TOTAL	2.5	—	328 g	—	7363 kcal
T3	Balanceado (70%)	1.75	17	298 g	3050	5338 kcal
	Maíz (30%)	0.75	8	60 g	3400	2550 kcal
	TOTAL	2.5	—	358 g	—	7888 kcal
T4	Balanceado (100%)	2.5	17	425 g	3050	7625 kcal

2.8. Parámetros evaluados

2.8.1. Consumo de alimento

Se registró el consumo de alimento diario. A cada animal se le ofreció una cantidad determinada de alimento correspondiente a su tratamiento y terminando la jornada se recogieron los residuos no consumidos y se los pesaron. La diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado fue el consumo diario individual, esto se repitió todos los días en los que duró la investigación y se anotaron en una hoja de registro para poder sacar el consumo alimenticio que se obtuvo en cada tratamiento (Cruz *et al.*, 2020).

Fórmula 1:

$$\text{Consumo de alimento (kg)} = \text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado}$$

2.8.2. Ganancia diaria de peso

Se pesaron cada una de las cerdas al inicio y al final de la investigación experimental usando la balanza de plataforma. La diferencia que se tuvo de ambos valores permitió conocer la ganancia de peso total la cual se dividió entre el número de días que duró la investigación y así obtuvimos la ganancia diaria de cada cerda (Gómez, 2019).

Fórmula 2:

$$\text{Ganancia de peso (kg/día)} = (\text{Peso final (kg)} - \text{Peso inicial (kg)}) / \# \text{ días}$$

2.8.3. Índice de conversión alimenticia (ICA)

Se midió la eficiencia del alimento consumido en relación con la ganancia de peso. Esta indicó cuántos kilos de alimento se necesitaron para ganar un kilo de carne (Silva, 2020).

Indicador:

- ✓ kg alimento / kg carne

Fórmula 3:

$$ICA = \text{Alimento consumido (kg)} / \text{Ganancia de peso (kg)}$$

2.8.4. Eficiencia económica

Esto permitió comparar el costo de producción por kilogramo de peso ganado, ayudando a determinar que dieta resultó más rentable (Franco, 2021).

Indicadores:

- ✓ Costo por kilo ganado (\$/kg)
- ✓ Costo por animal (\$/animal)

Fórmula 4:

$$\text{Costo por kg ganado} = \text{Costo total alimentación} / \text{kg de peso ganado}$$

Análisis económico: Se realizó en función de los tratamientos para comparar el rendimiento económico considerando los costos de producción. Se calculó el Ingreso Bruto, Costos Totales, Utilidad Neta y la relación Beneficio/Costo (Villón, 2023).

Ingreso bruto. - fueron los valores totales en la fase de investigación para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

Fórmula 5:

$$IB = PV * Rend. (Kg/ha)$$

Dónde:

- ✓ IB = Ingreso bruto
- ✓ PV = Precio de venta (Kg).
- ✓ Rend. (Kg/ha) = Rendimiento esperado

Costos totales. - Se determinó sumando los costos fijos (insumos para los tratamientos) más los costos variables (materiales y equipos, mano de obra, insumos, etc.) y se empleó la siguiente fórmula:

Fórmula 6:

$$CT = CF + CV$$

Donde:

- ✓ CT = Costos totales
- ✓ CF = Costos fijos
- ✓ CV = Costos variables

Utilidad neta. - fue el residuo obtenido entre el beneficio bruto menos los costos totales de producción esto se calculó a través de la siguiente fórmula:

Fórmula 7:

$$UN = IB - CT.$$

Donde:

- ✓ UN = Utilidad neta
- ✓ IB = Ingreso bruto
- ✓ CT = Costos totales.

Relación beneficio- costo. - Se calculó la relación B/C de cada tratamiento mediante la siguiente fórmula:

Fórmula 8:

$$B/C = IB / CT$$

Donde:

- ✓ B/C = Relación Beneficio-Costo
- ✓ IB = Ingreso bruto

✓ CT = Costos Totales

2.9. Análisis estadístico de los resultados

Los resultados recolectados en la fase experimental fueron documentados y organizados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, donde luego fueron examinados y procesados a través del programa estadístico INFOSTAT, donde se aplicó un análisis de varianza ANOVA para identificar diferencias estadísticas entre los tratamientos analizados. Se llevó a cabo también un test de Tukey en donde se compararon medias junto con un nivel de significancia de $p < 0.05$ para poder identificar de forma objetiva que tratamientos mostraron diferencias estadísticas (InfoStat, 2020).

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente apartado del documento se presentarán con tablas y discusiones cada uno de los resultados obtenidos a lo largo que duró esta investigación

3.1. Efecto de los subproductos agrícolas (maíz, polvillo de arroz y banano verde) sobre el consumo de alimento.

3.1.1. Consumo de alimento

En la **Tabla 7** se muestran los resultados del consumo de alimento durante las fases de crecimiento (12 semanas) y engorde (6 semanas), así como el total consumido por los cerdos que fueron alimentados con dietas que incluían subproductos agrícolas. Los promedios del consumo de alimento oscilaron entre 118.20 y 119.25 kg, con un coeficiente de variación de 0.23% para la etapa de crecimiento, para la etapa de engorde se registró un promedio de 71.4 kg, mientras que el consumo total de alimento mostró un promedio de 189.60 a 190.75 kg, con un coeficiente de variación de 0.14%.

Durante la fase de crecimiento se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos ($P=0.0070$). El tratamiento T4 (Balanceado comercial) mostró el mayor consumo de alimento (119.35 kg), mientras que el tratamiento T3 (70% Balanceado comercial + 30% Maíz molido) presentó el menor consumo (118.20 kg).

En la fase de engorde, no se reportaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, ya que, en promedio, todos registraron un consumo de 71.4 kg. Este patrón sugiere que el consumo fue homogéneo en cada tratamiento, dado que el alimento fue completamente aprovechado por los animales durante esta etapa, sin que se registraran residuos.

Con respecto al consumo total de alimento durante las dos etapas, se detectaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos ($P=0.0070$). El tratamiento T4 (balanceado comercial) mostró el total más alto en consumo de alimento (190.75 kg), mientras que el T3 (70% Balanceado comercial + 30% Maíz molido) tuvo el menor consumo (189.60 kg).

No obstante, aunque el mayor consumo lo presentó el T4 que fue solo balanceado comercial, esto podría atribuirse a que el balanceado está diseñado específicamente para satisfacer las necesidades nutricionales de los cerdos, mostrando una composición uniforme, buena palatabilidad y una textura consistente que promueve el consumo por parte de los animales. Por su parte, el T3, que consistió en una mezcla de alimento comercial y maíz molido, mostró el menor nivel de ingesta. Esto se explica por dos factores: Por un lado, los cerdos tuvieron un periodo de adaptación en las primeras semanas de investigación, lo que limitó la aceptación completa de alimento.

La inclusión de subproductos agrícolas es una alternativa confiable para formar dietas en la alimentación porcina, siempre y cuando venga acompañada de una fuente balanceada. Este planteamiento lo respaldan Gutiérrez *et al.* (2017), quienes al evaluar la inclusión de residuos de cosecha (banano, zanahoria blanca y camote), concluyeron que estos recursos pueden incorporarse a la alimentación de cerdos siempre y cuando no sean la única fuente alimenticia, sino que sean complementadas con una dieta balanceada, debido a su menor contenido proteico.

Los hallazgos de esta investigación indicaron que la inclusión parcial de maíz, polvillo de arroz y banano en el balanceado comercial no influyó en la ingesta voluntaria de alimento a lo largo del estudio. En este estudio el consumo total osciló entre 189.60 y 190.75 kg. Estos resultados coinciden con lo reportado por Álvarez *et al.* (2023), quienes al analizar dietas diseñadas con los mismos componentes notaron que el consumo de alimento permaneció estable entre tratamientos con un rango de 35.27 a 39.56 kg , lo que atribuyeron al correcto balance nutricional de las dietas.

Estos resultados también concuerdan con Andrade (2021), quien encontró que la inclusión de hasta un 15% de banano Cavendish no alteró el consumo alimenticio en los cerdos en comparación con el balanceado comercial.

Tabla 7 Consumo de alimento en las diferentes etapas de crecimiento de cerdos Landrace alimentados con subproductos agrícolas.

Tratamientos	Consumo de alimento etapa de desarrollo (kg)	Consumo de alimento etapa de engorde (kg)	Consumo de alimento total (kg)
T1 (Bc + Pa)	119.15 b	71.4	190.55 b

T2 (Bc + Bv)	119.27 b	71.4	190.67 b
T3 (Bc + Mm)	118.20 a	71.4	189.60 a
T4 (Bc)	119.35 b	71.4	190.75 b
CV (%)	0.23	-	0.14
P<0,05	0.0070	-	0.0070

*CV (%) = Coeficiente de variación. * P<0.05= Prueba de medias. *abc= letras iguales no difieren estadísticamente. *Bc = Balanceado comercial. *Pa= Polvillo de arroz. *Bv = Banano verde. *Mm = Maíz molido.

3.1.2. Residuos de alimento por tratamientos

El Gráfico 1 ilustra las cantidades de residuo de alimento en los distintos tratamientos a lo largo de las fases de desarrollo y engorde. En la fase de desarrollo, se notó que el tratamiento T3 (70% Balanceado comercial + 30% Maíz molido) mostró el mayor residuo de alimento, con un valor de 2.2 kg, mientras que el T4 (Balanceado comercial) presentó la cantidad de residuo más baja (1.05 kg) y estadísticamente diferentes. Por otro lado, durante la fase de engorde no se observaron residuos de alimento en ninguno de los tratamientos, lo que indica una ingesta total de la ración proporcionada al animal.

Este comportamiento se puede relacionar con la forma en que los animales se ajustan a las condiciones del experimento y a las alimentaciones proporcionadas en los primeros días. Durante este periodo inicial, es habitual que los cerdos disminuyan temporalmente su consumo de alimento mientras se acostumbran al nuevo entorno, al manejo y a los componentes de las raciones de alimento, lo que resulta en un mayor volumen de residuos.

A medida que la investigación continuó, los animales se fueron adaptando gradualmente a las dietas y al sistema de alimentación, aumentando su consumo hasta lograr un aprovechamiento completo del alimento ofrecido en la fase de engorde, en la que no se observaron residuos en ninguno de los tratamientos, coincidiendo con lo que reportaron Gutiérrez *et al.* (2017), quienes, al evaluar subproductos (residuos) de cosecha junto al balanceado comercial para la alimentación de cerdos, destacaron que los animales necesitan un periodo de adaptación para aceptar estos ingredientes alternativos, después del cual el consumo se estabiliza y se pueden lograr parámetros productivos óptimos. Ratanpaul *et al.* (2019), quienes al hacer una revisión científica sobre los factores que regulan el consumo de alimento en cerdos, respaldan este planteamiento al señalar que dichas variaciones

temporales del consumo de alimento responden a procesos que controlan el deseo de comer y la sensación de saciedad, hasta que los animales alcanzan un nuevo estado de equilibrio en su ingesta.

En el presente estudio, el maíz presentó un residuo notablemente menor y de carácter transitorio, el cual desapareció por completo al iniciar la siguiente fase de engorde. Estas discrepancias podrían atribuirse a diferencias en el tipo de subproducto. Asimismo, estos resultados coinciden con lo reportado por Zamora & Hernández (2021), quienes evaluaron la sustitución del 20% del Balanceado comercial por un subproducto como lo es el yogur de yuca en cerdos de ceba, tuvieron un periodo de adaptación en lo que obtuvieron un incremento en los residuos del alimento de hasta un 20%. Bajo esta perspectiva, se infiere que los residuos generados pudieron deberse al proceso de adaptación fisiológica y alimentaria de los animales ante la incorporación de un nuevo ingrediente, ya que cambios en la composición de la dieta pueden modificar temporalmente su aceptación del alimento.

El siguiente gráfico muestra el comportamiento del consumo y rechazo de alimento entre los diferentes tratamientos a lo largo de ambas fases productivas:

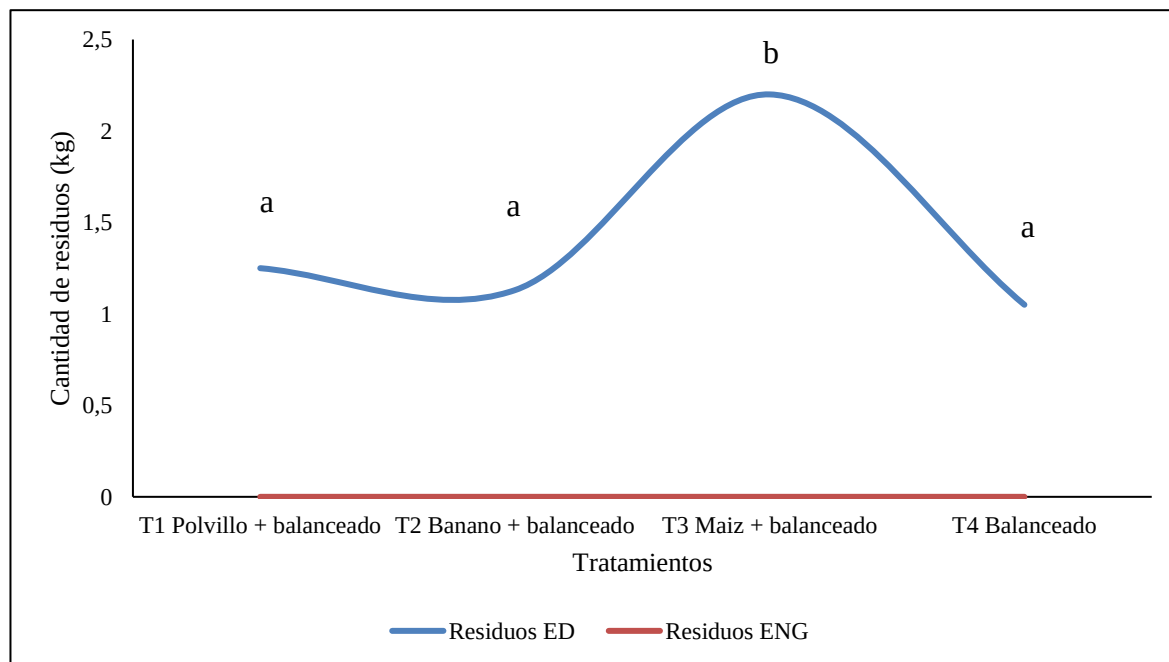


Gráfico 1 Residuos obtenidos en cada una de las etapas de la investigación

3.2.Comportamiento productivo de cerdos alimentados con maíz, polvillo y banano verde.

3.2.1. Ganancia de peso

En la **Tabla 8** se muestra el impacto de los subproductos agrícolas en la ganancia de peso de los cerdos, medido a través del peso final alcanzado durante las fases de desarrollo y engorde, así como el índice de conversión alimenticia. Los promedios de ganancia de peso oscilaron entre 12 y 30 kg, con un coeficiente de variación de 0.25% para la etapa de desarrollo, la etapa de engorde obtuvo promedios entre 66.39 y 76 kg, con un coeficiente de variación de 11.09%, mientras que en el índice de conversión alimenticia mostró promedios comprendidos entre 2.52 – 2.88 kg, con un coeficiente de variación de 0.27%.

Durante la fase de desarrollo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto a la ganancia de peso ($P=0.9920$). El tratamiento T4 (Balanceado comercial) mostró la mayor ganancia de peso, alcanzando los 48.17 kg, mientras que el tratamiento T1 (70% Balanceado comercial + 30% Polvillo de arroz) presentó la menor con 44 kg.

Durante la fase de engorde, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en cuanto a la ganancia de peso ($P=0.5164$). El tratamiento T4 (Balanceado comercial) mostró la mayor ganancia de peso, alcanzando 76.00 kg, mientras que el tratamiento T1 (70% Balanceado comercial + 30% Polvillo de arroz) reportó el valor más bajo, con 66.39 kg.

En relación al índice de conversión alimenticia no se observaron diferencias estadísticamente significativas. El T4 (Balanceado comercial) mostró la mayor eficacia en la utilización del alimento, al presentar el valor más bajo (2.52), mientras que el T1 (70% balanceado comercial + 30% polvillo de arroz) presentó el índice más alto (2.88), lo que significa una menor eficiencia en la producción.

Los valores reportados en la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia demostraron un comportamiento que podría deberse a un mejor equilibrio nutricional y disponibilidad de nutrientes que ofrece el alimento comercial en comparación con la inclusión de las diferentes dietas.

Es fundamental señalar el efecto de la inclusión de maíz molido en la alimentación el cual mostró el menor uso de alimento en la etapa de desarrollo y, a pesar de eso, logró un incremento de peso considerable. Esto difiere parcialmente con lo reportado por Sevillano *et al.* (2018), quienes al evaluar dietas formuladas con bases energéticas, observaron un consumo de alimento y ganancia de peso similares entre tratamientos. Las diferencias observadas podrían ser atribuidas a la composición y formulación de las dietas, al tipo y nivel de inclusión de los ingredientes utilizados. En ese sentido, Gaillard *et al.* (2020), en una revisión científica que realizaron sobre la eficiencia alimentaria en cerdos señalaron que la ganancia de peso no solo se relaciona con la cantidad de alimento consumido, sino que también con la capacidad que tiene el animal para poder aprovechar adecuadamente los niveles de energía y nutrientes de la dieta. De este modo, la utilización eficiente de al menos uno de estos factores puede mantener el equilibrio de crecimiento.

En esta investigación la inclusión de maíz en un 30% obtuvo una ganancia de peso equiparable al del Balanceado comercial. Estos resultados difieren con lo reportado por Álvarez *et al.* (2023), quienes evaluaron la adición del 12% de polvillo de arroz, maíz molido y plátano verde en las dietas para cerdos en fase de crecimiento, en donde observaron diferencias relevantes en la ganancia de peso y en el índice de conversión alimenticia, especialmente en el grupo que recibió maíz, ya que obtuvo el menor peso en todo el experimento (16.25 kg) y el índice de conversión alimenticia más alto (2.09), siendo el menos eficiente de los tratamientos en comparación con las otras dietas, esto pudo haberse dado por las diferencias de inclusión de subproductos utilizados y por el comportamiento de los cerdos en base al alimento.

En el presente estudio, el índice de conversión alimenticia se mantuvo estable con un rango de 2.52 a 2.88 con un porcentaje de inclusión de 30%. Estos resultados difieren con Cruz *et al.* (2020), quienes al evaluar la inclusión de desechos alimenticios locales en dietas para cerdos, obtuvieron una conversión alimenticia acumulada de hasta 4.14 en su tratamiento de solo Balanceado comercial y de 7.16 en la inclusión de 30% ingredientes alternativos, esta diferencia podría atribuirse al tipo de subproducto empleado junto a los niveles nutricionales que estas proporcionan.

También, Morales (2025) en su análisis de las principales materias primas energéticas en la alimentación animal, mencionó que el polvillo de arroz presenta mayores

variaciones, tales como un alto contenido de fibra y niveles pobres de proteína y almidón que este tiene, esta fibra acelera ligeramente el tránsito digestivo, reduciendo de forma numérica su eficiencia; es decir, el animal puede comer bastante pero el peso no aumentará de la misma manera.

A continuación, se muestra la tabla con la presentación de los resultados obtenidos en la variable ganancia de peso en cada una de las fases evaluadas y posteriormente al de Índice de conversión alimenticia.

Tabla 8 Ganancia de peso y conversión alimenticia en cerdos Landrace por etapas

Tratamientos	Ganancia de peso etapa de desarrollo (kg)	Ganancia de peso etapa de engorde (kg)	Índice de conversión alimenticia
T1 (Bc + Pa)	44.00 a	66.39 a	2.88 a
T2 (Bc + Bv)	47.00 a	71.00 a	2.79 a
T3 (Bc + Mm)	47.73 a	74.33 a	2.58 a
T4 (Bc)	48.17 a	76.00 a	2.52 a
CV (%)	9.97	11.09	12.09
P<0.05	0.9920	0.5164	0.5462

*CV (%) = Coeficiente de variación. * P<0.05= Prueba de medias. *abc= letras iguales no difieren estadísticamente. *BC = Balanceado comercial. *Pa= Polvillo de arroz. *Bv = Banano verde. *Mm = Maíz molido.

3.3.Rentabilidad de la inclusión de subproductos agrícolas en la dieta de los cerdos en función del costo de alimentación.

3.3.1. Eficiencia económica

En términos generales, el proyecto registró egresos de USD 2520.95 e ingresos de USD 3732.00, obteniendo así una utilidad neta de USD 1211.05 y una relación B/C de 1.48, lo que indica que por cada dólar invertido se recuperaron USD 1.48, es decir, se obtendría una ganancia de USD 0.48, lo que evidencia la viabilidad económica de la investigación.

El hecho de presentar una utilidad neta de USD 1211.05 y una relación B/C de 1.48 entre los totales de egresos e ingresos del proyecto en general, demuestra su viabilidad económica, estos resultados indican que los ingresos generados fueron suficientes para cubrir los egresos totales y obtener un beneficio económico, evidenciando así que un sistema

de producción porcina bajo condiciones evaluadas y alimentadas con opciones de alimentación local constituye una alternativa completamente rentable. Esto coincide con lo señalado por Valverde *et al.* (2023), quienes, al utilizar subproductos como yuca y taro en alimentación porcina concluyeron que la utilización de materias primas locales permitió reducir la dependencia del alimento comercial, señalando que la disponibilidad de recursos agrícolas en zonas productoras constituye una alternativa viable para poder reducir los costos de alimentación en sistemas de producción porcina.

Asimismo Zambrano *et al.* (2024), coinciden que la inclusión de banano permitió mejorar la relación B/C de su investigación sin afectar el comportamiento productivo de los animales. Cada uno de estos valores se los presenta a continuación:

En la **Tabla 9** muestra el análisis de eficiencia económica de cada uno de los tratamientos y del proyecto en general, a partir de la evaluación de los gastos de producción, los ingresos obtenidos, la utilidad neta y la relación B/C.

Tabla 9 Eficiencia económica y relación Beneficio/costo de la investigación

TRATAMIENTOS															
DETALLE	Costos			T1			T2			T3			T4		
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	TOTAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	TOTAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	TOTAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	TOTAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO USD	TOTAL
EGRESOS															
Postes	26	\$ 3,00	\$ 78,00	26	\$ 3,00	\$ 78,00	26	\$ 3,00	\$ 78,00	26	\$ 3,00	\$ 78,00	26	\$ 3,00	\$ 78,00
Tiras	20	\$ 2,50	\$ 50,00	20	\$ 2,50	\$ 50,00	20	\$ 2,50	\$ 50,00	20	\$ 2,50	\$ 50,00	20	\$ 2,50	\$ 50,00
Cañas	13	\$ 6,00	\$ 78,00	13	\$ 6,00	\$ 78,00	13	\$ 6,00	\$ 78,00	13	\$ 6,00	\$ 78,00	13	\$ 6,00	\$ 78,00
Laminas de zing de 4 m	8	\$ 9,00	\$ 72,00	8	\$ 9,00	\$ 72,00	8	\$ 9,00	\$ 72,00	8	\$ 9,00	\$ 72,00	8	\$ 9,00	\$ 72,00
Laminas de zing de 6 m	8	\$ 12,00	\$ 96,00	8	\$ 12,00	\$ 96,00	8	\$ 12,00	\$ 96,00	8	\$ 12,00	\$ 96,00	8	\$ 12,00	\$ 96,00
Libras de clavos	5	\$ 0,75	\$ 3,75	5	\$ 0,75	\$ 3,75	5	\$ 0,75	\$ 3,75	5	\$ 0,75	\$ 3,75	5	\$ 0,75	\$ 3,75
Libras de clavos para zing	3	\$ 1,50	\$ 4,50	3	\$ 1,50	\$ 4,50	3	\$ 1,50	\$ 4,50	3	\$ 1,50	\$ 4,50	3	\$ 1,50	\$ 4,50
Sacos de cemento	14	\$ 8,00	\$ 112,00	14	\$ 8,00	\$ 112,00	14	\$ 8,00	\$ 112,00	14	\$ 8,00	\$ 112,00	14	\$ 8,00	\$ 112,00
Metros de arena	2	\$ 10,00	\$ 20,00	2	\$ 10,00	\$ 20,00	2	\$ 10,00	\$ 20,00	2	\$ 10,00	\$ 20,00	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Metros de ripio	3	\$ 15,00	\$ 45,00	3	\$ 15,00	\$ 45,00	3	\$ 15,00	\$ 45,00	3	\$ 15,00	\$ 45,00	3	\$ 15,00	\$ 45,00
Codos	4	\$ 0,50	\$ 2,00	4	\$ 0,50	\$ 2,00	4	\$ 0,50	\$ 2,00	4	\$ 0,50	\$ 2,00	4	\$ 0,50	\$ 2,00
Tubos	3	\$ 1,50	\$ 4,50	3	\$ 1,50	\$ 4,50	3	\$ 1,50	\$ 4,50	3	\$ 1,50	\$ 4,50	3	\$ 1,50	\$ 4,50
Mano de obra (Maestro constructor para el piso + ayudante)	2	\$ 15,00	\$ 30,00	2	\$ 15,00	\$ 30,00	2	\$ 15,00	\$ 30,00	2	\$ 15,00	\$ 30,00	2	\$ 15,00	\$ 30,00
Chupones	6	\$ 1,20	\$ 7,20	6	\$ 1,20	\$ 7,20	6	\$ 1,20	\$ 7,20	6	\$ 1,20	\$ 7,20	6	\$ 1,20	\$ 7,20
Metros de manguera	6	\$ 0,75	\$ 4,50	6	\$ 0,75	\$ 4,50	6	\$ 0,75	\$ 4,50	6	\$ 0,75	\$ 4,50	6	\$ 0,75	\$ 4,50
Espray cicatrizante (Curamic)	4	\$ 6,50	\$ 26,00	4	\$ 6,50	\$ 26,00	4	\$ 6,50	\$ 26,00	4	\$ 6,50	\$ 26,00	4	\$ 6,50	\$ 26,00
Desparasirantes de 50 ml	2	\$ 6,50	\$ 13,00	2	\$ 6,50	\$ 13,00	2	\$ 6,50	\$ 13,00	2	\$ 6,50	\$ 13,00	2	\$ 6,50	\$ 13,00
oxitetradiclina 50 ml	1	\$ 6,00	\$ 6,00	1	\$ 6,00	\$ 6,00	1	\$ 6,00	\$ 6,00	1	\$ 6,00	\$ 6,00	1	\$ 6,00	\$ 6,00
Creolina	3	\$ 1,00	\$ 3,00	3	\$ 1,00	\$ 3,00	3	\$ 1,00	\$ 3,00	3	\$ 1,00	\$ 3,00	3	\$ 1,00	\$ 3,00
Hierro (ferro 200 de 100 ml)	1	\$ 15,00	\$ 15,00	1	\$ 15,00	\$ 15,00	1	\$ 15,00	\$ 15,00	1	\$ 15,00	\$ 15,00	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Sacos de balanceado Desarrollo		\$ -	\$ -	4,5	\$ 35,00	\$ 157,50	4,5	\$ 35,00	\$ 157,00	4,5	\$ 35,00	\$ 157,00	4,5	\$ 35,00	\$ 157,00
Sacos de balanceado Engorde		\$ -	\$ -	2,75	\$ 29,00	\$ 79,75	2,75	\$ 29,00	\$ 79,75	2,75	\$ 29,00	\$ 79,75	2,75	\$ 29,00	\$ 79,75
Saco de polvillo		\$ -	\$ -	6	\$ 14,00	\$ 84,00		\$ -	\$ -		\$ -	\$ -		\$ -	\$ -
Saco de maiz		\$ -	\$ -		\$ -	\$ -		\$ -	\$ -	6	\$ 22,00	\$ 132,00		\$ -	\$ -
Gabeta de banano		\$ -	\$ -		\$ -	\$ -	18,00	\$ 1,50	\$ 27,00		\$ -	\$ -		\$ -	\$ -
Cerdos		\$ -	\$ -	3	\$ 55,00	\$ 165,00	3	\$ 55,00	\$ 165,00	3	\$ 55,00	\$ 165,00	3	\$ 55,00	\$ 165,00
TOTAL USD			\$ 670,45			\$ 486,25			\$ 428,75			\$ 533,75			\$ 401,75
TOTAL EGRESOS	\$ 2.520,95					\$ 1.156,70			\$ 1.099,20			\$ 1.204,20			\$ 1.072,20
INGRESOS															
Kg de carne producida + víceras				170	\$ 4,40	\$ 748,00	205	\$ 4,40	\$ 902,00	215	\$ 4,40	\$ 946,00	220	\$ 4,40	\$ 968,00
patas				12	\$ 1,00	\$ 12,00	12	\$ 1,00	\$ 12,00	12	\$ 1,00	\$ 12,00	12	\$ 1,00	\$ 12,00
Cabeza				3	\$ 10,00	\$ 30,00	3	\$ 10,00	\$ 30,00	3	\$ 10,00	\$ 30,00	3	\$ 10,00	\$ 30,00
TOTAL USD						\$ 790,00			\$ 944,00			\$ 988,00			\$ 1.010,00
TOTAL INGRESOS	\$ 3.732,00														
UTILIDAD NETA	\$ 1.211,05														
RELACION B/C	1,48														

Tabla 10 Análisis general de la eficiencia económica de la investigación experimental

Variable	Precio de venta por Kg	Total de carne producida (kg)	Precio de venta de las patas	Total de patas	Precio de venta de cabezas	Total de cabezas	Ingreso bruto (USD)	Costos Totales	Utilidad neta (USD)	B/C
TOTAL	\$ 4.40	810	\$ 1.00	48	\$ 10.00	12	\$ 3732.00	\$ 2520.95	\$ 1211.05	1.48

*B/C = Beneficio costo

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- ✓ Se mostró que la incorporación de un 30% generó diferencias significativas en el consumo de alimento; sin embargo, estas diferencias no se reflejan en la ganancia de peso de los cerdos a largo plazo. Aunque el uso de maíz molido reduce el consumo y provoca más residuos en la primera fase de desarrollo debido a la regulación por la densidad energética y a la necesidad de adaptación fisiológica, este fenómeno se revierte completamente durante la fase de engorde. Una vez que se consigue un consumo constante y se eliminan por completo los residuos en la etapa final, se comprueba que el animal se adapta de forma efectiva a estos componentes sin que se vea afectada la palatabilidad general del alimento.
- ✓ La inclusión de estas dietas en la alimentación porcina es una estrategia viable que logra mantener el rendimiento de los animales, ya que no se observa una reducción notable en el aumento de peso en las etapas analizadas. En particular, se resalta la inclusión del maíz molido, la cual permite generar un aumento considerable con una menor cantidad de alimento, estableciéndose como una opción energética eficiente que no compromete el rendimiento.
- ✓ Se calculó el índice de conversión alimenticia el cual indica que las dietas que incluyen subproductos mantienen una eficiencia biológica general comparable a la de los alimentos comerciales, lo que respalda su utilización en dosis de hasta el 30%. Sin embargo, el polvillo de arroz presenta una tendencia numérica hacia una menor eficiencia en el aprovechamiento del alimento, hecho que se asocia con sus limitaciones como el alto contenido en fibra y bajo porcentaje de proteína. Esto confirma que estos recursos alternativos deben complementarse adecuadamente con una fuente balanceada.
- ✓ Se analizó la evaluación de eficiencia económica el cual permitió concluir que, el sistema productivo evaluado es altamente rentable en su conjunto. Tras contrastar los costos totales de inversión (USD \$2520.95) frente a los ingresos brutos generados (USD\$ 3732.00), se obtuvo una relación Beneficio/Costo de 1.48. Por lo tanto, se demuestra que la cría de cerdos utilizando dietas basadas en subproductos agrícolas genera márgenes de ganancia positivos y representa una opción económicamente sólida y viable para próximos proyectos.

Recomendaciones

- ✓ Se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales ampliando la duración del experimento y analizando distintos grados de inclusión de subproductos agrícolas. Esto tiene como objetivo establecer el nivel máximo de adición en las dietas para cerdos, de manera que no se vea comprometido el consumo, el aumento de peso y la eficiencia alimentaria en todas las etapas productivas.
- ✓ Se recomienda que el uso de subproductos agrícolas como el maíz molido y el polvillo de arroz vaya acompañado de una formulación nutricional adecuada, prestando especial atención a la contribución de energía, proteínas y fibra. Esto tiene como objetivo equilibrar las dietas y minimizar las posibles limitaciones en el aprovechamiento nutricional que se pueden relacionar con la calidad de estos ingredientes alternativos.
- ✓ Se aconseja fomentar el uso de estos subproductos agrícolas, los cuales se encuentran en la región como opción para la nutrición de cerdos, dado que pueden mantener niveles de rendimiento productivo comparables a los alimentos comerciales; no obstante, se propone que estas investigaciones se complementen con evaluaciones económicas que establezcan su viabilidad en situaciones de producción reales.
- ✓ Se recomienda la inclusión de dietas que integren subproductos agrícolas en los sistemas de producción porcina, ya que facilitan un rendimiento productivo óptimo y ofrecen una opción viable para aumentar la rentabilidad del sistema. Asimismo, se recomienda llevar a cabo un análisis económico a lo largo de dos o más ciclos de cría consecutivos, con el objetivo de calcular con mayor exactitud la rentabilidad del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alam, M., Chang, K., Lee, S., & Choi, J. 2021. Genetic Analysis of Major Production and Reproduction Traits of Korean Duroc, Landrace and Yorkshire Pigs. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, 11(5), 1321. <https://doi.org/10.3390/ani11051321>
- Álvarez, B., Navarrete, T., Falquez, C., y Terán, P. 2023. Respuesta productiva en porcinos en crecimiento con alternativas alimenticias. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria Pentaciencias*, 5(7), 265-275. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i7.937>
- Andrade, V. 2021. El Comportamiento productivo de la adición de rechazo de banano cavendish (*Musa acuminata* Cavendish Subgroup) cocido en la alimentación de cerdos posdestete. *Killkana Técnica*, 5(1), 47-54. <https://doi.org/10.26871/killkanatecnica.v5i1.803>
- Angel, J., y Cruz, J. 2019. Ventajas y desventajas de los sistemas al aire libre sobre el bienestar de cerdas en gestación y lactancia. *REVISTA COLOMBIANA DE ZOOTECNIA*, 5(10), Article 10.
- Araújo, P., Cerqueira, L., Pires, P., Amorim, I., Carneiro, M., Santos, J., Domínguez, R., Bermúdez, R., y Lorenzo, M. 2018. Influencia del sistema de producción en la calidad de la canal de cerdos de raza Bísara. *Archivos de Zootecnia*, 554-559. <https://doi.org/10.21071/az.v0i0.3887>
- Atsbeha, M., Flaten, O., Olsen, F., Kjos, P., Kidane, A., Skugor, A., Prestløkken, E., & Øverland, M. 2020. Technical and economic performance of alternative feeds in dairy and pig production. *Livestock Science*, 240, 104123. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104123>
- Autodesk, Inc. 2024 *AutoCAD* (versión 2024) [Software]. Disponible en: <https://www.autodesk.com/products/autocad>.
- Borbón, J. 2019. *Relación entre la alimentación y la ganancia de peso en el pre-cebo porcino bajo un modelo de regresión lineal en una producción porcina*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/77116>
- Caicedo, Q., W. O., Ferreira, F., Quintana, M., & Motta, W. 2020. Growth performance of pigs post-weaning fed a diet supplemented with baby banana (*Musa acuminata* AA) fruit fermented with yogurt. *Livestock Research for Rural Development*, 32.
- Caicedo, W., Ruiz, V., Quilligana, E., & Aguiar, S. 2023. Silage of agricultural by-products for pigs feeding. Bibliography review. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 57. <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/1099>
- Chucuri, J. 2024. *Fuentes de proteína alternativas en la dieta de cerdos: insectos, microalgas y subproductos agrícolas. «Alternative protein sources in pig diets: insects, microalgae and agricultural by-products»*.

- Cruz, G., Torres, E., Alas, A., & Aguilar, M. 2020. Evaluación de la inclusión de desechos alimenticios a la dieta de cerdos criollos (*Sus scrofa domesticus*) en etapa de inicio y su efecto en los parámetros productivos y económicos. *Revista Agrociencia*, 3(16), Article 16. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10839955>
- Cullen, T., Lawlor, G., Cormican, P., & Gardiner, E. 2021. Microbial Quality of Liquid Feed for Pigs and Its Impact on the Porcine Gut Microbiome. *Animals*, 11(10), 2983. <https://doi.org/10.3390/ani11102983>
- Cullen, T., Lawlor, G., Viard, F., Lourenco, A., Gómez, G., Doherty, V., Cormican, P., & Gardiner, E. 2024. Optimising the hygiene of a liquid feeding system to improve the quality of liquid feed for pigs. *Scientific Reports*, 14(1), 16516. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-65097-y>
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., González, L., Tablada, M. y Robledo, C.W. 2020 *InfoStat* (versión 2020) [Software]. Córdoba: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en: <https://www.infostat.com.ar>.
- Dorado, S., y Vásquez, J. 2019. Características y manejo básico de los cerdos de compañía. *Nutrición animal tropical*, 13(1), 1-14.
- Dulce, E., Pérez, J., & Otaño, C. 2021. Cadena agroindustrial de la carne porcina la coordinación como puente para el desarrollo de ventajas competitivas. *Prueba Economía*, 1(7). https://revistasacademicas.unsam.edu.ar/ojs_test0322/index.php/redd/article/view/1049
- Elizabeth, R. 2024. *Instalaciones y equipos para porcinos*. <https://repositorio.unaaa.edu.pe/handle/UNAAA/48>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. 2021. OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030. *OECD-FAO Agricultural Outlook*, 2021. <https://doi.org/10.1787/19428846-en>
- Frantz, F., Bradley, G., Larson, G., & Orlando, L. 2020. Animal domestication in the era of ancient genomics. *Nature Reviews Genetics*, 21(8), 449-460. <https://doi.org/10.1038/s41576-020-0225-0>
- Gaillard, C., Brossard, L., & Dourmad, Y. 2020. Improvement of feed and nutrient efficiency in pig production through precision feeding. *Animal Feed Science and Technology*, 268, 114611. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114611>
- Galvis, O., y Patiño, H. 2023. Evaluación del Bienestar Animal en Sistemas Porcinos Intensivos y de Cama Profunda. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias - FAGROPEC*, 15(1), 48-65. <https://doi.org/10.47847/fagropec.v15n1a3>
- García, C., Matías, V., y Flores, R. 2019. Principios de Fisiología Animal con enfoques de producción. En *Portal de libros Editorial UPSE*. Portal de libros Editorial UPSE. <https://libros.upse.edu.ec/index.php/upse/catalog/book/18>

- Georganas, A., Kyriakaki, P., Giamouri, E., Mavrommatis, A., Tsiplakou, E., & Pappas, A. C. 2024. Mediterranean agro-industrial by-products and food waste in pig and chicken diets: Which way forward? *Livestock Science*, 289, 105584. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105584>
- Gutiérrez, F., Guachamin, D., Portilla, A., Gutiérrez, F., Guachamin, D., y Portilla, A. 2017. Valoración nutricional de tres alternativas alimenticias en el crecimiento y engorde de cerdos (sus scrofa domestica) nanegal-pichincha. *la granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 26(2), 142-154. <https://doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.12>
- Hannas, I., Braga, R., y Rostagno, S. 2025. *Requerimientos nutricionales para cerdos y actualización de las Tablas Brasileñas 2024 (I): Energía y aminoácidos para cerdos en crecimiento*. https://www.3tres3.com/latam/articulos/requerimientos-nutricionales-en-porcinos-tablas-brasilenas-2024-i_17875/
- Huang, B., Shi, H., Wang, L., Wang, L., Lyu, Z., Hu, Q., Zang, J., Li, D., & Lai, C. 2021. Effects of Defatted Rice Bran Inclusion Level on Nutrient Digestibility and Growth Performance of Different Body Weight Pigs. *Animals*, 11(5), 1374. <https://doi.org/10.3390/ani11051374>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC. 2022. *Ecuador—Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2022* [Archivo Nacional de Datos y Metadatos Estadísticos]. Catálogo de Metadatos Estadísticos. <https://anda.inec.gob.ec/anda5/index.php/catalog/999>
- Jo, Y., Choi, J., Chung, L., Hong, S., Lim, S., & Kim, Y. 2021. Effects of feed form and particle size on growth performance, nutrient digestibility, carcass characteristics, and gastric health in growing-finishing pigs. *Animal Bioscience*, 34(6), 1061-1069. <https://doi.org/10.5713/ab.20.0777>
- Klevenhusen, F., Hott, K., Wiskandt, J., & Witten, S. 2026. Impact of forage feeding and grazing on behavior, health, and performance of pigs. *Livestock Science*, 305, 105901. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2026.105901>
- Knox, V. 2025. Worldwide perspective for swine production and reproduction for the next 20 years. *Theriogenology*, 234, 24-33. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2024.11.020>
- Lau, N., Hummel, J., Kramer, E., & Hünerberg, M. 2022. Fermentation of liquid feed with lactic acid bacteria reduces dry matter losses, lysine breakdown, formation of biogenic amines, and phytate-phosphorus. *Translational Animal Science*, 6(1), txac007. <https://doi.org/10.1093/tas/txac007>
- Lestingi, A. 2024. Alternative and Sustainable Protein Sources in Pig Diet: A Review. *Animals*, 14(2), 310. <https://doi.org/10.3390/ani14020310>
- Liu, S., Du, M., Tu, Y., You, W., Chen, W., Liu, G., Li, J., Wang, Y., Lu, Z., Wang, T., & Shan, T. 2022. Fermented mixed feed alters growth performance, carcass traits, meat

quality and muscle fatty acid and amino acid profiles in finishing pigs. *Animal Nutrition*, 12, 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2022.09.003>

Matías, V., Gabino, V., y Maldonado, O. 2018. Evaluación de dietas balanceadas en cerdos de engorde en la comuna Bellavista del Cerro, Parroquia Julio Moreno, provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(2), 22-29. <https://doi.org/10.26423/rctu.v5i2.343>

Morales, N. 2025. *Evaluación de la composición nutricional de las principales materias primas energéticas usadas en la alimentación animal*. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/www.dspace.uce.edu.ec>

Morán, K. 2024. *Influencia del hábitat para el crecimiento de cerdos en diferentes ambientes de producción* [bachelorThesis, BABAHOYO: UTB, 2024]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16035>

Nannoni, E., Martelli, G., Militerno, G., Belperio, S., Buonaiuto, G., & Sardi, L. 2024. Liquid feeding does not suppress drinking motivation in heavy pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 313, 116004. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2024.116004>

Ormeño, R. 2024. *Instalaciones y equipos para porcinos*. <https://repositorio.unaaa.edu.pe/handle/UNAAA/48>

Pacheco, Y. 2021. “*Respuesta productiva de cerdos criollos en crecimiento alimentados con productos agrícolas de la zona de Mocache, en el recinto Los Pantanos*”. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6152>

Pan, L., & An, D. 2020. Comparative energy and nitrogen excretion from growing pigs fed on corn, sorghum and wheat-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 264, 114477. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114477>

Pan, L., An, D., & Zhu, Y. 2021. Sorghum as a dietary substitute for corn reduces the activities of digestive enzymes and antioxidant enzymes in pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 273, 114831. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114831>

Papatsiros, G., Tsekouras, N., Papakonstantinou, I., Kamvysi, K., Eliopoulos, C., Fotos, L., Arapoglou, D., Meletis, E., Michailidis, G., & Gougoulis, D. 2025. The Use of Food Industry By-Products in Pig Diets as a Challenge Option to Reduce the Environmental Footprint. *Agriculture*, 15(22), 2390. <https://doi.org/10.3390/agriculture15222390>

Parrini, S., Aquilani, C., Pugliese, C., Bozzi, R., & Sirtori, F. 2023. Soybean Replacement by Alternative Protein Sources in Pig Nutrition and Its Effect on Meat Quality. *Animals*, 13(3), 494. <https://doi.org/10.3390/ani13030494>

Pinotti, L., Ferrari, L., Fumagalli, F., Luciano, A., Manoni, M., Mazzoleni, S., Govoni, C., Rulli, C., Lin, P., Bee, G., & Tretola, M. 2023. Review: Pig-based bioconversion: the

- use of former food products to keep nutrients in the food chain. *animal, Selected keynote lectures of the 73rd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science* (Porto, Portugal), 17, 100918. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100918>
- Pomar, C., Andretta, I., & Remus, A. 2022. Feeding Strategies to Reduce Nutrient Losses and Improve the Sustainability of Growing Pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.742220>
- Presto, M., Nihlstrand, J., Neil, M., Lundeheim, N., Andersson, K., & Wallenbeck, A. 2019. Chicory and red clover silage in diets to finishing pigs—Influence on performance, time budgets and social interactions. *Organic Agriculture*, 9(1), 127-138. <https://doi.org/10.1007/s13165-018-0216-z>
- Quelen, F., Brossard, L., Wilfart, A., Dourmad, Y., & Garcia, F. 2021. Eco-Friendly Feed Formulation and On-Farm Feed Production as Ways to Reduce the Environmental Impacts of Pig Production Without Consequences on Animal Performance. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.689012>
- Ramos, P., & Villamil, A. 2019. *Utilización de 4 saborizantes en la dieta de cerdos landrace durante la etapa de crecimiento—Engorde en la granja experimental de la Universidad Estatal de Bolívar*. <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3050>
- Ratanpaul, V., Williams, A., Black, L., & Gidley, J. 2019. Review: Effects of fibre, grain starch digestion rate and the ileal brake on voluntary feed intake in pigs. *Animal*, 13(11), 2745-2754. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001459>
- Remus, A. 2026. 120. Precision Feeding: Principles and Practice—Lessons Learned from Growing-finishing Pigs. *Journal of Animal Science*, 104(Supplement_3), skag107.294. <https://doi.org/10.1093/jas/skag107.294>
- Rivero, J., Rodríguez, V., Pietrosevoli, S., Carballo, C., Cooke, S., & Kongsted, G. 2019. Forage Consumption and Its Effects on the Performance of Growing Swine—Discussed in Relation to European Wild Boar (*Sus scrofa* L.) in Semi-Extensive Systems: A Review. *Animals*, 9(7), 457. <https://doi.org/10.3390/ani9070457>
- Rodrigues, A., Koo, B., Nyachoti, M., & Columbus, A. 2022. Formulating Diets for Improved Health Status of Pigs: Current Knowledge and Perspectives. *Animals*, 12(20), 2877. <https://doi.org/10.3390/ani12202877>
- Sagaró, F., y Ferrer, E. 2021. Alimentación para cerdos de ceba en condiciones locales de agricultura familiar. *Ciencia en su PC*, 1(4), 22-35.
- Schoch, L., Ciufu, S., Domrachev, M., Hotton, L., Kannan, S., Khovanskaya, R., Leipe, D., Mcveigh, R., Neill, K., Robbertse, B., Sharma, S., Soussov, V., Sullivan, P., Sun, L., Turner, S., & Karsch, I. 2020. NCBI Taxonomy: A comprehensive update on curation, resources and tools. *Database*, 2020, baaa062. <https://doi.org/10.1093/database/baaa062>

- Sevillano, A., Nicolaiciuc, V., Molist, F., Pijlman, J., & Bergsma, R. 2018. Effect of feeding cereals-alternative ingredients diets or corn-soybean meal diets on performance and carcass characteristics of growing-finishing gilts and boars. *Journal of Animal Science*, 96(11), 4780-4788. <https://doi.org/10.1093/jas/sky339>
- Sheena, H., Kim, B., & Song, M. 2021. Rice as an alternative feed ingredient in swine diets. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(3), 465-474. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e5>
- Silva, D. 2020. *Evaluación de la utilización y grado de inclinación de ventiladores sobre condiciones ambientales y parámetros zootécnicos en cerdos de engorde en la Granja El Mosaico* [bachelorThesis, Quito: Universidad de las Américas, 2020]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/12392>
- Tomalá, J. 2021. *Evaluación de dietas artesanales en el crecimiento y desarrollo de cerdos de engorde en la comuna Febres Cordero, provincia de Santa Elena*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6391>
- Valverde, A., Gonzalez, A., Ortega, G., & Rodero, E. 2023. Effects of Alternative Cassava and Taro Feed on the Carcass and Meat Quality of Fattening Pigs Reared under Ecuadorian Backyard Systems. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, 13(19), 3086. <https://doi.org/10.3390/ani13193086>
- Valverde, A., Gonzalez, A., y Rodero, 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>
- Véliz, E., Martínez, M., Vásquez, S., Pineda, P., Solís, C., Rodríguez, V., y Capote, C. 2020. biometría del cerdo criollo ecuatoriano en el contexto del ganado porcino iberoamericano. *Agrociencia*, 54(7), 897-909. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v54i7.2241>
- Vernaza, E., Alcívar, H., y Barcia, X. 2022. Utilización de harina de morera (*Morus Alba*) en alimentación de cerdos en etapa de crecimiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 14(2), e918-e918. <https://doi.org/10.24188/recia.v14.n2.2022.918>
- Wu, S., y Mo, P. 2026. La batata (*Ipomoea batatas*) en la nutrición porcina: Una revisión sistemática de compuestos bioactivos, funciones fisiológicas y aplicaciones en la alimentación. *Research in Veterinary Science*, 208, 106264. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2026.106264>
- Xiaokang, Z., & Zhang, Y. 2022. Effects of the Partial Substitution of Corn with Wheat or Barley on the Growth Performance, Blood Antioxidant Capacity, Intestinal Health and Fecal Microbial Composition of Growing Pigs. *Antioxidants*, 11(8), 1614. <https://doi.org/10.3390/antiox11081614>
- Yang, K., Qing, Y., Yu, Q., Tang, X., Chen, G., Fang, R., & Liu, H. 2021. By-Product Feeds: Current Understanding and Future Perspectives. *Agriculture*, 11(3), 207. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030207>

- Yang, N., Li, M., Huang, Y., Liang, X., Quan, Z., Liu, H., Li, J., & Yue, X. 2022. Comparative Efficacy of Fish Meal Replacement with Enzymatically Treated Soybean Meal on Growth Performance, Immunity, Oxidative Capacity and Fecal Microbiota in Weaned Pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 889432. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.889432>
- Yingjie, Y., Wu, J., Chen, Q., Zhou, Q., Wu, F., Zhang, R., Fang, Z., Lin, Y., Xu, S., Feng, B., Zhuo, Y., Wu, D., & Che, L. 2021. Comparative effects of enzymatic soybean, fish meal and milk powder in diets on growth performance, immunological parameters, SCFAs production and gut microbiome of weaned piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12(1), 106. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00625-8>
- Zambrano, D., Yépez, F., y Garofalo, A. 2024. Evaluación de camas profundas de cascarilla de arroz y dietas alternativas en cerdos Landrace-Pietrain para engorde. *Universidad & ciencia*, 13(3), 54-68.
- Zhan, H., Zhang, S., Zhang, K., Peng, X., Xie, S., Li, X., Zhao, S., & Ma, Y. 2020. Genome-Wide Patterns of Homozygosity and Relevant Characterizations on the Population Structure in Piétrain Pigs. *Genes*, 11(5), 577. <https://doi.org/10.3390/genes11050577>
- Zuccolilli, O., & Cambiaggi, L. 2023. *Introducción a la anatomía del porcino*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/177866>

ANEXOS

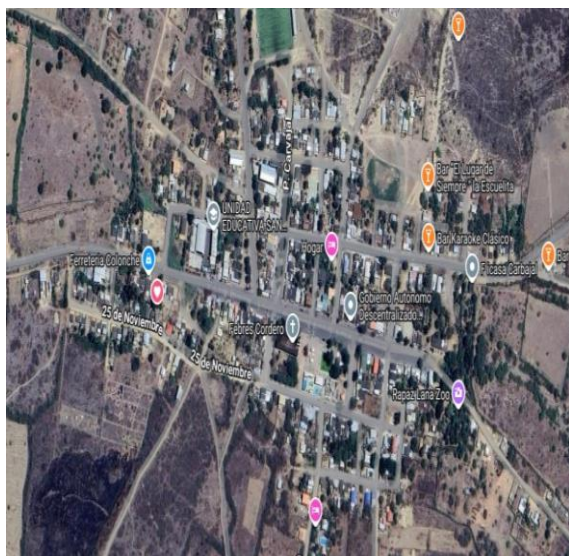


Figura 1A Parroquia Colonche, lugar en donde se realizó la investigación



Figura 2A Limpieza del terreno en donde se construyeron los corrales



Figura 3A Compra de materiales



Figura 4A Construcción de los corrales

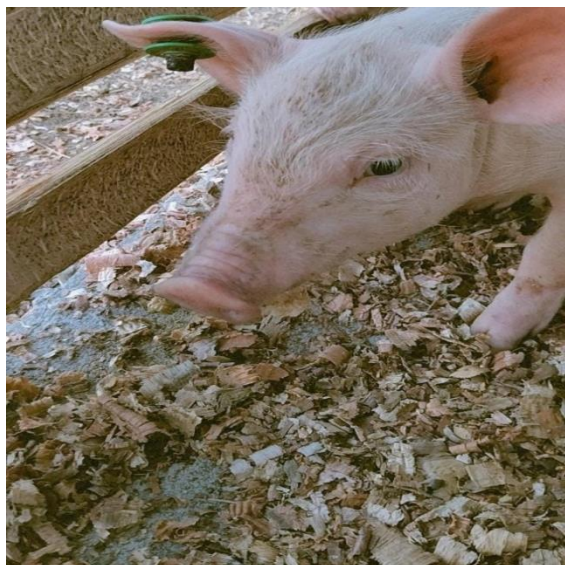


Figura 5A Aplicación de la cama de viruta y llegada de los animales



Figura 6A Abastecimiento de comida y agua



Figura 7A Pesaje y distribución de cada una de las dietas



Figura 8A Limpieza diaria de Corrales



Figura 9A Primera desparasitación



Figura 10A Control preventivo contra la dermatitis porcina



Figura 11A Vitaminización



Figura 12A Cerdas a los 4 meses de investigación



Figura 13A Pesaje final de cerdas



Figura 14A Final de la investigación

CAED

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CAED	12	0,85	0,73	0,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,60	5	0,52	6,86	0,0181
Repetición	0,03	2	0,01	0,18	0,8360
Tratamientos	2,57	3	0,86	11,32	0,0070
Error	0,45	6	0,08		
Total	3,05	11			

Figura 15A Análisis de varianza del consumo de alimento en la etapa de desarrollo

CAEG

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CAEG	12	sd	sd	0,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00	5	0,00	sd	sd
Repetición	0,00	2	0,00	sd	sd
Tratamientos	0,00	3	0,00	sd	sd
Error	0,00	6	0,00		
Total	0,00	11			

Figura 16A Análisis de varianza del consumo de alimento de la fase de engorde

CAT

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CAT	12	0,85	0,73	0,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,60	5	0,52	6,86	0,0181
Repetición	0,03	2	0,01	0,18	0,8360
Tratamientos	2,57	3	0,86	11,32	0,0070
Error	0,45	6	0,08		
Total	3,05	11			

Figura 17A Análisis de varianza del consumo total de alimento

DES

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DES	12	0,55	0,18	9,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	165,67	5	33,13	1,47	0,3243
Repetición	163,58	2	81,79	3,62	0,0930
Tratamientos	2,09	3	0,70	0,03	0,9920
Error	135,48	6	22,58		
Total	301,15	11			

Figura 18A Análisis de varianza de la ganancia de peso en la fase de desarrollo

ENG

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ENG	12	0,53	0,15	11,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	438,60	5	87,72	1,38	0,3497
Repetición	276,90	2	138,45	2,18	0,1946
Tratamientos	161,69	3	53,90	0,85	0,5164
Error	381,65	6	63,61		
Total	820,25	11			

Figura 19A Análisis de varianza de la ganancia de peso en la fase de engorde

ICA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ICA	12	0,52	0,12	12,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,69	5	0,14	1,31	0,3726
Repetición	0,44	2	0,22	2,09	0,2045
Tratamientos	0,25	3	0,08	0,78	0,5462
Error	0,63	6	0,11		
Total	1,32	11			

Figura 20A Análisis de varianza del ICA

RESIDUOS T ED

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RESIDUOS T ED	12	0,85	0,73	19,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,60	5	0,52	6,86	0,0181
Repetición	0,03	2	0,01	0,18	0,8360
Tratamientos	2,57	3	0,86	11,32	0,0070
Error	0,45	6	0,08		
Total	3,05	11			

Figura 21A Análisis de varianza de los Residuos

