

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

### CARRERA DE AGROPECUARIA



### EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE HARINA DE *Elaeis guineensis* EN *Cavia porcellus* L. EN ETAPA DE CRECIMIENTO-ENGORDE, URCUQUÍ

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

#### AUTORA:

Samantha Nicolle Calero Vallejos

#### DIRECTOR:

MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc

Ibarra, 2025

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE AGROPECUARIA

### EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE HARINA DE *Elaeis guineensis* EN *Cavia porcellus* L. EN ETAPA DE CRECIMIENTO-ENGORDE, URCUQUÍ

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

**INGENIERA AGROPECUARIA**

APROBADO:

MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.  
DIRECTOR



FIRMA

Ing. Telmo Fernando Basantes Vizcaino, MSc.  
ASESOR



FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003374947		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Calero Vallejos Samantha Nicolle		
<b>DIRECCIÓN:</b>	San Antonio de Ibarra		
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:sncalero@unt.edu.ec">sncalero@unt.edu.ec</a>		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	N/A	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0995862668

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Evaluación de tres niveles de harina de <i>Elaeis guineensis</i> en <i>Cavia porcellus</i> L. en etapa de crecimiento-engorde, Urcuquí.
<b>AUTOR:</b>	Calero Vallejos Samantha Nicolle
<b>FECHA DE APROBACIÓN:</b>	16/04/2025
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> Pregrado <input type="checkbox"/> Posgrado
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Agropecuaria
<b>DIRECTOR:</b>	MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.

**2. CONSTANCIAS**

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

Ibarra, a los 16 días del mes de abril del 2025

**EL AUTOR:**

Calero Vallejos Samantha Nicolle

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Calero Vallejos Samantha Nicolle, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 16 días del mes de abril del 2025

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga', written over a horizontal line.

MVZ Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc.  
DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 16 días del mes de abril del 2025

**Calero Vallejos Samantha Nicolle:** “Evaluación de tres niveles de harina de *Elaeis guineensis* en *Cavia porcellus* L. en etapa de crecimiento-engorde, Urcuquí.”

Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 16 días del mes de abril del 2025 71 páginas.

**DIRECTOR:** MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar tres niveles de harina de *Elaeis guineensis* en *Cavia porcellus* L. en etapa de crecimiento-engorde, Urcuquí.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Valorar el efecto de la harina de palma africana en los rendimientos zootécnicos de cobayos en fase de crecimiento y engorde.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.



MVZ. Francisco Xavier Bonifaz Aguinaga, MSc

**Director de Trabajo de Grado**



Calero Vallejos Samantha Nicolle

**Autor**

## AGRADECIMIENTO

*La culminación de este proyecto fue posible gracias al invaluable apoyo y confianza de muchas personas. A todas ellas les debo el haber alcanzado este sueño tan anhelado.*

*Principalmente, quiero agradecer a mis padres Xavier Calero y Sandra Vallejos por ser los pilares fundamentales de mi vida, por su apoyo incondicional, sus consejos, su ayuda y sobre todo por su gran amor que cada día me dio la fuerza para salir adelante, gracias por siempre confiar en mí y por sus enseñanzas que me han hecho entender la importancia de la dedicación y la perseverancia cuando se quiere alcanzar un objetivo.*

*Agradezco a mi querida hermana Melannie, por su infinita ayuda cuando más los necesité, por ser desde siempre mi mayor admiración y orgullo, y por ser mi confidente y cómplice, este logro es gracias a su presencia constante en mi vida. A mi hermano Marcus, por escucharme siempre, por sus consejos, su apoyo y cariño incondicional.*

*Así mismo, quiero agradecer a mi amado novio Kevin Calderón, por su presencia en esta etapa de mi vida, por ser mi mejor amigo y compañero. Tu amor me ha enseñado a volar más alto y a soñar más grande. Tú decoraste mi vida, y pintaste mi corazón con tu amor. Gracias por ser mi refugio y por siempre creer en mí, por cada sonrisa que me ha guiado en los días grises y por los abrazos que me han devuelto la fuerza cuando más la necesitaba.*

*Agradezco a la empresa Cuyera Andina y al Sr. Enrique Chiriboga por brindarme la oportunidad de realizar mi investigación en su prestigiosa institución, en donde quiero expresar un agradecimiento especial al MVZ. Fernando Díaz por su valiosa guía, apoyo constante y por compartir sus conocimientos, los cuales fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.*

*De igual manera, quiero expresar mi agradecimiento a mis docentes, quienes no solo compartieron sus conocimientos, sino que también contribuyeron a mi crecimiento personal y académico. En especial, al MVZ. Xavier Bonifaz, por su valiosa orientación y guía a lo largo de todo este proceso.*

*Finalmente, quiero agradecer a mis mejores amigos Wendy, Adonis, Marco, Anita, Vladimir, Sebastián y Bryan, por su amistad incondicional y por ser mis compañeros en cada paso de este proceso. Gracias por las anécdotas compartidas, las risas y por hacer que este camino fuera más ameno y lleno de momentos inolvidables.*

*Samantha Nicolle Calero Vallejos*

## DEDICATORIA

*Este trabajo está dedicado con todo mi amor a todos quienes estuvieron conmigo en este proceso.*

*A mi papá Xavier Calero por ser desde siempre mi héroe, y protector, por sus sabios consejos, sus palabras de aliento y sobre todo por siempre estar para mí cada que lo necesito, eres la persona que más amo y admiro en el mundo. Gracias por darme las herramientas necesarias para alcanzar este sueño.*

*A mi mamá Sandra Vallejos quien es el sostén de mi vida, por su infinito amor que me ha guiado siempre como un faro de luz, por escucharme y ser mi mejor amiga, gracias por el enorme sacrificio que haces cada día, y por darme tu ejemplo de bondad, amor y respeto. Espero, algún día, llegar a ser, aunque sea un poco la mujer maravillosa que eres tú.*

*A mi hermana Melannie Calero, quien siempre me ha retado a alcanzar mis sueños, quien ha estado para mi sosteniéndome en cada paso, por su amor y confianza y sobre todo por ser siempre un ejemplo para mí. Gracias por estar a mi lado en las buenas y malas.*

*Al amor de mi vida Kevin Calderón, con profundo cariño por su compañía y apoyo, te dedico este trabajo que es solo un pequeño reflejo de la inmensidad de mi amor por ti. Este logro es nuestro, el primero de muchos, siempre serás mi eterno compañero de sueños.*

*A mis pequeños Leo, Salem, Teemo y Apu por su enorme luz, por cada día brindarme el amor más puro y sincero, por su compañía en este trayecto y por siempre alegrar mi vida con sus juegos y su inigualable forma de ser.*

*Finalmente, con todo mi amor, dedico este trabajo a mi abuelita Luz María Amaya, quien me vio crecer y convertirme en la persona que soy hoy, con su partida me dejó un vacío que jamás podre llenar y aunque no pudo estar físicamente para ver la culminación de este logro, sé que desde el cielo sonrío con orgullo y me envía su amor infinito. Su recuerdo siempre vivirá en mí, en cada uno de mis pasos, y en cada meta que logre alcanzar. Siempre la llevaré en mi corazón, y este logro es también un homenaje a su amor, su guía y su legado eterno.*

*Samantha Nicolle Calero Vallejos*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xx
ÍNDICE DE TABLAS .....	xxi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xxii
RESUMEN.....	xxiii
ABSTRACT .....	xxiv
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Problema de investigación .....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.5 Hipótesis.....	4
1.5.1 <i>Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)</i> .....	4
1.5.2 <i>Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)</i> .....	4
CAPITULO II .....	5
MARCO TEÓRICO .....	5
2.1 Palma africana.....	5
2.1.1 <i>Descripción taxonómica</i> .....	5
2.1.2 <i>Subproductos de la palma africana</i> .....	6
2.2 Generalidades del cuy .....	7
2.2.1 <i>Clasificación taxonómica del cuy</i> .....	7
2.2.2 <i>Fenología de cobayos</i> .....	8
2.2.3 <i>Genotipos de cobayos</i> .....	8
2.2.4 <i>Parámetros productivos y reproductivos de los cobayos</i> .....	11
2.2.5 <i>Sistemas de producción</i> .....	11
2.2.6 <i>Origen y distribución en el Ecuador</i> .....	13
2.3 Alimentación y nutrición de cuyes.....	13
2.3.1 <i>Requerimientos nutricionales del cuy en sus etapas fisiológicas</i> .....	14
2.3.2 <i>Tipos de alimentación</i> .....	17

2.4 Marco legal.....	19
CAPITULO III .....	20
MARCO METODOLÓGICO .....	20
3.1 Caracterización del área de estudio .....	20
3.1.1 Ubicación geográfica, política y características climáticas.....	20
3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	21
3.3 Métodos .....	21
3.3.1 Factor en estudio.....	21
3.3.2 Formulación de dietas.....	22
3.3.3 Diseño experimental.....	22
3.3.4 Características del experimento.....	23
3.3.5 Características de la unidad experimental .....	23
3.3.6 Análisis estadístico.....	24
3.4 Variables evaluadas.....	24
3.4.1 Peso inicial.....	24
3.4.2 Peso individual semanal.....	24
3.4.3 Ganancia de peso semanal.....	25
3.4.4 Conversión alimenticia .....	25
3.4.5 Porcentaje de desperdicio total (concentrado y forraje) .....	26
3.4.6 Consumo total de alimento (concentrado y forraje) .....	26
3.4.7 Porcentaje de Mortalidad .....	26
3.4.8 Estado sanitario (dermatitis) porcentaje .....	27
3.4.9 Peso final en pie .....	27
3.4.10 Relación beneficio- costo de las dietas .....	28
3.5 Manejo específico del experimento.....	28
3.5.1 Instalación de pozas.....	28
3.5.2 Elaboración de las dietas.....	28
3.5.3 Adquisición de materias primas.....	29
3.5.4 Fabricación de concentrados.....	29
3.5.5 Selección de los individuos experimentales .....	29
3.5.6 Distribución de animales .....	30
3.5.7 Manejo sanitario .....	30
3.5.8 Sistema de alimentación.....	30

<i>3.5.9 Control de peso semanal</i> .....	30
<i>3.5.10 Control de consumo de alimentos</i> .....	30
<i>3.5.11 Cálculo del porcentaje de materia seca en el forraje</i> .....	31
<i>3.5.12 Control sanitario y mortalidad</i> .....	31
<i>3.5.13 Venta de los animales</i> .....	31
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	32
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	32
4.1 Peso semanal promedio en cobayos PSC (g) .....	32
4.2 Ganancia de peso semanal promedio en cobayos GP (g).....	33
4.3 Conversión alimenticia semanal promedio en cobayos (CA) .....	35
4.4 Consumo de alimento semanal de cobayos CTA (kg) .....	37
4.5 Porcentaje de desperdicio de alimento semanal de cobayos (DAT %).....	38
4.6 Porcentaje de mortalidad en cobayos (%) .....	40
4.7 Estado sanitario (dermatitis) porcentaje (%) .....	40
4.8 Relación Beneficio/Costo.....	41
<b>CAPÍTULO V</b> .....	44
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	44
5.1 Conclusiones .....	44
5.2 Recomendaciones.....	44
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	45
<b>REFERENCIAS</b> .....	45
<b>ANEXOS</b> .....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Cuy criollo.....	8
<b>Figura 2:</b> Cuy mejorado genéticamente. ....	9
<b>Figura 3:</b> Cobayos de raza Perú. ....	9
<b>Figura 4:</b> Cobayos de raza Andina.....	10
<b>Figura 5:</b> Cobayos de raza Inti.....	10
<b>Figura 6:</b> Sistema de producción familiar.....	12
<b>Figura 7:</b> Sistema de producción familiar-comercial.....	12
<b>Figura 8:</b> Sistema de producción comercial tecnificado.....	13
<b>Figura 9:</b> Ubicación geográfica del área de estudio.....	20
<b>Figura 10:</b> Diseño experimental en Bloques Completos al Azar.....	22
<b>Figura 11:</b> Unidad experimental del diseño en bloques.....	23
<b>Figura 12:</b> Análisis Bromatológico de la harina de Palma Africana.....	29
<b>Figura 13:</b> Peso (g) semanal por animal en cobayos en fase de crecimiento-engorde.....	32
<b>Figura 14:</b> Ganancia de peso (g) semanal por cobayo en fase de crecimiento-engorde. ....	34
<b>Figura 15:</b> Conversión alimenticia semanal por cobayo en fase de crecimiento-engorde.....	36
<b>Figura 16:</b> Consumo de alimento (kg) semanal de cobayos en fase de crecimiento-engorde.....	37
<b>Figura 17:</b> Porcentaje de desperdicio de alimento semanal de cobayos en fase de crecimiento-engorde.....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Taxonomía de la Palma Africana.....	5
<b>Tabla 2:</b> Contenido nutricional de la Harina de palma africana.....	6
<b>Tabla 3:</b> Contenido nutricional del Aceite rojo de palma africana. ....	7
<b>Tabla 4:</b> Taxonomía del cuy.....	7
<b>Tabla 5:</b> Parámetros productivos y reproductivos en cobayos.....	11
<b>Tabla 6:</b> Requerimientos nutricionales del cuy en etapa crecimiento-engorde.....	14
<b>Tabla 7:</b> Requerimientos nutricionales de minerales de cuyes en etapa de crecimiento-engorde.....	16
<b>Tabla 8:</b> Requerimientos nutricionales de vitaminas para cuyes en etapa crecimiento-engorde.....	17
<b>Tabla 9:</b> Consumo diario promedio de Forraje verde por animal. ....	17
<b>Tabla 10:</b> Contenido nutricional de la alfalfa.....	18
<b>Tabla 11:</b> Cantidad de alimento a suministrar por semana y edad del cuy. ....	18
<b>Tabla 12:</b> Ubicación geográfica y climática del lugar de estudio Cayera Andina. ....	21
<b>Tabla 13:</b> Materiales y equipos de trabajo para la investigación. ....	21
<b>Tabla 14:</b> Formulación de concentrado N0, N1, N2 y N3. ....	22
<b>Tabla 15:</b> Características del proyecto. ....	23
<b>Tabla 16:</b> Características de la unidad experimental.....	24
<b>Tabla 17:</b> Análisis de varianza (ADEVA).....	24
<b>Tabla 18:</b> ADEVA de la variable PSC en cobayos en fase de crecimiento-engorde.....	32
<b>Tabla 19:</b> ADEVA de la variable GP en cobayos en fase de crecimiento-engorde.....	34
<b>Tabla 20:</b> ADEVA de la variable CA en cobayos en fase de crecimiento-engorde.....	35
<b>Tabla 21:</b> ADEVA de la variable CTA en cobayos en fase de crecimiento-engorde.....	37
<b>Tabla 22:</b> ADEVA de la variable %DAT en cobayos en fase de crecimiento-engorde.....	38
<b>Tabla 23:</b> Porcentaje de mortalidad en cobayos alimentados con 4 niveles de inclusión de harina de palma (HPA) en fase de crecimiento-engorde.....	40
<b>Tabla 24:</b> Prueba Friedman para análisis de varianza de la variable estado sanitario en cobayos en fase de crecimiento-engorde.....	41
<b>Tabla 25:</b> Porcentaje de incidencia de dermatitis en cobayos alimentados con 4 niveles de inclusión de harina de palma (HPA) en fase de crecimiento-engorde. ....	41
<b>Tabla 26:</b> Beneficio/costo de la producción de cobayos en cada dieta evaluada.....	42

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Preparación de instalaciones. ....	52
<b>Anexo 2:</b> Fabricación de concentrados. ....	52
<b>Anexo 3:</b> Selección y distribución de los animales. ....	52
<b>Anexo 4:</b> Control Sanitario. ....	52
<b>Anexo 5:</b> Sistema de alimentación.....	52
<b>Anexo 6:</b> Pesaje semanal de los individuos. ....	52
<b>Anexo 7:</b> Obtención de Materia seca del forraje. ....	52
<b>Anexo 8:</b> Control de enfermedades dérmicas. ....	52
<b>Anexo 9:</b> Costo de producción del Nivel 0 (0% harina de palma). ....	53
<b>Anexo 10:</b> Costo de producción del Nivel 1 (5% harina de palma). ....	54
<b>Anexo 11:</b> Costo de producción del Nivel 2 (10% harina de palma). ....	55
<b>Anexo 12:</b> Costo de producción del Nivel 3 (15% harina de palma). ....	56

# EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE HARINA DE *Elaeis guineensis* EN *Cavia porcellus* L. EN ETAPA DE CRECIMIENTO-ENGORDE, URCUQUÍ

Calero Vallejos Samantha Nicolle

Universidad Técnica del Norte

Correo: [sncalero@utn.edu.ec](mailto:sncalero@utn.edu.ec)

## RESUMEN

La alimentación en la producción de cuyes (*Cavia porcellus* L.) representa aproximadamente el 70% de todos los gastos industriales, utilizando principalmente ingredientes energéticos convencionales, lo que genera desafíos significativos. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de adición de diferentes niveles de harina de palma africana (HPA) en la dieta de cuyes y sus rendimientos zootécnicos en fase de crecimiento-engorde. Durante 56 días, se estudiaron a 120 cobayos machos de raza criolla mejorada, con 21 días de edad y peso promedio de 346 g. El diseño fue en Bloques Completamente al azar y los niveles aplicados fueron N0=0% HPA, N1=5% HPA, N2=10% HPA y N3=15% HPA, y se evaluaron variables zootécnicas. Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas en los parámetros zootécnicos entre niveles, reportando N0 un peso final de 1205g, seguido de N1 con 1187g. La ganancia de peso promedio de N0 fue de 107.3g, seguida de N1 con 105.2g. En cuanto a la conversión alimenticia, N1 tuvo un promedio de 5.38. El mejor consumo de alimento fue N1 con 5.33kg semanales. El menor porcentaje de desperdicio de alimento lo obtuvo N1 con 24.36%. Además, no se registraron muertes en ningún nivel y en cuanto al estado sanitario (dermatitis) N0 tuvo un valor de 10%. Finalmente, N1 tuvo mayor rentabilidad económica representando una ganancia de 56 centavos por cada dólar invertido. En conclusión, la adición de HPA en todos los niveles proporciona resultados similares al concentrado convencional.

**Palabras claves:** *Cavia porcellus* L., dietas, harina de palma, nutrición animal, parámetros zootécnicos.

**“EVALUATION OF THREE LEVELS OF *Elaeis guineensis* FLOUR IN *Cavia porcellus* L. AT THE GROWING-GROWING STAGE, URCUQUÍ”.**

Calero Vallejos Samantha Nicolle

Universidad Técnica del Norte

Email: [sncalero@utn.edu.ec](mailto:sncalero@utn.edu.ec)

## **ABSTRACT**

Feeding in guinea pig (*Cavia porcellus* L.) production represents approximately 70% of all industrial costs, using mainly conventional energy ingredients, which generates significant challenges. The objective of the study was to evaluate the effect of the addition of different levels of African palm meal (HPA) in the diet of guinea pigs and their zootechnical performance in the growth-fattening phase. During 56 days, 120 male guinea pigs of improved Creole breed, 21 days old and with an average weight of 346 g, were studied. The design was completely randomized blocks and the levels applied were N0=0% HPA, N1=5% HPA, N2=10% HPA and N3=15% HPA, and zootechnical variables were evaluated. The results showed that there were no significant differences in zootechnical parameters between levels, with N0 reporting a final weight of 1205g, followed by N1 with 1187g. The average weight gain of N0 was 107.3g, followed by N1 with 105.2g. In terms of feed conversion, N1 had an average of 5.38. The best feed intake was N1 with 5.33kg per week. The lowest percentage of feed wastage was obtained by N1 with 24.36%. In addition, no deaths were recorded at any level and in terms of health status (dermatitis), N0 had a value of 10%. Finally, N1 had a higher economic profitability, representing a profit of 56 cents for each dollar invested. In conclusion, the addition of HPA at all levels provides similar results to the conventional concentrate.

**Key words:** Animal nutrition, *Cavia porcellus* L., diets, palm meal, zootechnical parameters.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El cuy (*Cavia porcellus* L.) es un recurso alimenticio crucial en las zonas rurales del Ecuador, especialmente en regiones de Tungurahua, Azuay y Cotopaxi. Su importancia radica en su alto valor nutricional y su contribución a la seguridad alimentaria en comunidades con escasos recursos (Reyes et al., 2021). Sin embargo, para garantizar la sostenibilidad de esta fuente de alimento es necesario explorar nuevas alternativas de materias primas en su dieta.

La cría de cuyes es una actividad económica de gran importancia, donde los productores se enfrentan al desafío de gestionar los costos de producción. Según Chauca (1997), más del 70% de estos costos se destinan a la alimentación, la cual juega un papel crucial en la productividad y rentabilidad en la cría de cuyes, toda vez que la expresión genética de estos animales depende en gran medida de su nutrición.

En este sentido, la palma africana y sus derivados han mostrado resultados alentadores. Así, Aulestia y Medina (2023) indican que tanto el aceite de palma, el palmiste y el concentrado comercial no presentan diferencias significativas en los resultados en ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal. Del mismo modo Figueroa y Palma (2006) determinaron que, al incluir mayores cantidades de aceite de palma, se obtuvieron animales con mejores ganancias de peso con respecto al balanceado comercial. Esta información coincide con la investigación de (Peña N., 2020) quien indica que el uso de los derivados de la industria del aceite palma, optimiza el crecimiento y la eficiencia alimenticia de los animales contribuyendo a una mayor sostenibilidad en la producción animal.

Por otro lado, los subproductos de la palma africana han demostrado ser eficientes en la producción de aves de postura, mejorando la producción y calidad de huevos (Martínez et al., 2021) sin que se presente afecciones a la salud en los animales estudiados. Las aves de engorde también han presentado buenos resultados al uso del fruto de palma aceitera, demostrando beneficios económicos. En este sentido Zumbado et al. (1992) ratifica esta realidad, demostrando que el uso de coquito de palma al 10% de inclusión en dietas mejora significativamente la ganancia de peso y conversión alimenticia de pollos de engorde.

Otra especie de interés zootécnico como los bovinos muestran resultados alentadores al alimentarse con lodos de palma y torta de palmiste, así, Barragán et al. (2020) demostraron que

no existió diferencias significativas en el aumentando de la producción de leche cuando los animales fueron expuestos a los subproductos de la palma africana siendo estos más efectivos y económicamente rentables que las dietas convencionales.

Finalmente, se debe indicar que los subproductos de la palma africana como son el coquito de palma y la harina de coquito de palma tienen un mayor contenido de fibra y grasa en comparación con los productos convencionales (Vargas y Zumbado, 2003). Por tal razón, el estudio sugiere valores apropiados para la formulación de dietas de animales utilizando estos subproductos, los cuales benefician el desarrollo animal.

## **1.2 Problema de investigación**

Actualmente, las dietas para *Cavia porcellus* L. se componen principalmente de ingredientes energéticos convencionales como aceite de palma, aceite de girasol o aceite de coco. Sin embargo, esta dependencia de materias primas específicas presenta desafíos significativos.

En primer lugar, estos cultivos están sujetos a limitaciones temporales y geográficas, ya que su disponibilidad es estacional y depende de las épocas de siembra, espacios, la variedad disponible y las condiciones medioambientales. Esto genera inestabilidad en la producción de alimentos para cuyes, dado que la oferta de estos ingredientes puede variar notablemente a lo largo del año.

Además, la cría de cuyes enfrenta una notable escasez de concentrados específicos en el mercado. Los productos disponibles no cumplen con los requisitos nutricionales de los cobayos, especialmente en términos de fibra, proteína y energía. Además, los pocos piensos disponibles tienen precios elevados, llegando a alcanzar hasta 0.75 centavos por kilo, lo que representa una carga financiera significativa para los pequeños productores.

Esta situación lleva a muchos criadores a elaborar sus propias mezclas, pero debido a la falta de conocimientos técnicos, estas son deficientes nutricionalmente hablando, afectando negativamente la salud y productividad de los animales. Además, este enfoque no solo implica costos elevados de procesamiento, sino que también resulta en pérdidas económicas considerables para los productores.

Por otro lado, la producción de forraje verde, fundamental en la dieta de los cuyes, se ve restringida por diversos factores como: la disponibilidad de agua para el riego, la aparición de plagas y enfermedades y especialmente la escasez de producción durante el verano. Estas limitaciones afectan negativamente tanto la cantidad como la calidad de los alimentos

disponibles para los cuyes, lo que, a su vez, repercuten en su salud, productividad, rendimiento y rentabilidad.

En este contexto, el problema de escasez de forraje en verano y el aumento de precios de materias primas en la misma época limitan la producción, ya que hay que añadir grandes cantidades de estos forrajes para completar los requerimientos nutricionales que los balanceados no cubren en los cobayos, representando una gran pérdida económica.

### **1.3 Justificación**

La investigación se ha enfocado en abordar los desafíos económicos que enfrentan las explotaciones de *Cavia porcellus* L. en las zonas rurales de Imbabura. La introducción de harina de palma africana como una nueva alternativa alimenticia no solo podría transformar la industria, sino que también conlleva una serie de beneficios sustanciales en diversas esferas.

En primer lugar, el optar por la harina de palma africana (HPA) como nueva materia prima en nutrición de animales, podría contribuir a la preservación del medio ambiente. La palma africana es una planta de alto rendimiento y requiere menos terreno para producir altas cantidades de materia prima en comparación con los cultivos convencionales. Esto implica una menor presión sobre las áreas forestales y, por ende, una reducción en la deforestación, lo que es crucial para conservar la biodiversidad y mitigar el cambio climático (Van Dam, 2016).

Además, esta investigación busca resolver un problema tecnológico significativo no solo en la empresa Cuyera Andina, sino también en las explotaciones pecuarias de cuyes en toda la provincia de Imbabura. Esto con el objetivo de buscar reducir los costos de producción para obtener mayores utilidades (Chauca, 1997).

En este contexto, esto podría ofrecer a los productores una opción para crear fórmulas a costos más bajos en comparación a los existentes en el mercado, aumentando significativamente la población de cuyes en las granjas, reduciendo a su vez la dependencia del forraje y abriendo nuevas oportunidades de negocio (Reyes et al., 2021). Todo esto conllevaría a mejorar las condiciones de vida de los trabajadores y generar más empleo para las zonas rurales donde las oportunidades laborales suelen ser limitadas.

Por otro lado, la introducción de harina de palma africana tiene el potencial de transformar significativamente la productividad y calidad de la carne producida, generando un producto final más magro y sabroso (Castro, 2014). Esta mejora nutricional permitiría facilitar una rotación más eficiente de los lotes y aumento de la oferta de carne para los mercados locales y

regionales (Vargas y Zumbado, 2003). Lo que contribuyendo al crecimiento económico de la región.

Finalmente, esta investigación busca mejorar la cría de cuyes y crear un impacto positivo en diversas áreas, desde el bienestar social hasta la sostenibilidad económica de las empresas involucradas en esta industria. Esto permitiría consolidar un enfoque integral para el desarrollo sostenible de la cría de cuyes en Imbabura.

## **1.4 Objetivos**

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

Evaluar tres niveles de harina de *Elaeis guineensis* en *Cavia porcellus* L. en etapa de crecimiento-engorde, Urcuquí.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Valorar el efecto de la harina de palma africana en los rendimientos zootécnicos de Cobayos en fase de crecimiento y engorde.
- Analizar los resultados económicos de los tratamientos en estudio.

## **1.5 Hipótesis**

### ***1.5.1 Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)***

La inclusión de diferentes porcentajes de harina de palma africana en formulación de concentrado para cuyes (*Cavia porcellus* L.) en la fase de crecimiento y engorde no influyen en los rendimientos zootécnicos.

### ***1.5.2 Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)***

La inclusión de diferentes porcentajes de harina de palma africana en formulación de concentrado para cuyes (*Cavia porcellus* L.) en la fase de crecimiento y engorde influyen en los rendimientos zootécnicos.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Palma africana

La palma africana (*Elaeis guineensis*) es una planta tropical perenne originaria de África Occidental y Central, cultivada desde hace más de 5.000 años. Esta resalta por ser el segundo cultivo oleaginoso más importante del mundo, después de la soja, siendo Indonesia y América Latina sus principales productores en la actualidad (Corley & Tinker, 2016).

En este sentido, en Ecuador se cultiva principalmente en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Guayas y El Oro, cubriendo alrededor de 300.000 hectáreas y generando aproximadamente 100.000 empleos directos e indirectos (Camacho et al., 2022).

En donde, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2020) cada año se produce 1.050.000 toneladas de fruto de palma, resultando en 230.000 toneladas de aceite de palma crudo y 40.000 toneladas de aceite de palmiste, exportados a países como Colombia, Perú, Chile, Estados Unidos y China para la elaboración de cosméticos, alimentos balanceados y productos farmacéuticos.

##### 2.1.1 Descripción taxonómica

La descripción taxonómica de la Palma Africana descrita por San Pedro (2009) se presenta a continuación en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Taxonomía de la Palma Africana.*

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Arecales
Familia	Arecaceae
Género	<i>Elaeis</i>
Especie	<i>Elaeis guineensis</i>

### 2.1.2 Subproductos de la palma africana

Entre los principales subproductos de la Palma Africana se encuentran la torta de palmiste, el orujo de aceite de palma, el coquito integral de la palma africana, la grasa cruda de la palma africana, la harina de palma y los ácidos grasos libres de la palma africana (Van Dam, 2016).

Según Barragán et al. (2020) estos derivados poseen un valor nutricional y energético considerable, mostrando rentabilidad económica. Asimismo, se ha reportado que el coquito integral de la palma africana es un excelente suplemento energético para cerdos, cabras, gallinas y peces, debido a su alto contenido de grasa y proteína (Vargas y Zumbado, 2003).

**2.1.2.1 Harina de palma africana (HPA).** La harina de palma es un producto derivado de la deshidratación natural de la fruta de palma seleccionada sin extracción de su aceite, la cual se pulveriza sin someterse a proceso de cocción para evitar la saturación de las moléculas de ácido graso, lo que genera un mayor aporte energético en su composición.

*a. Composición química.* En la Tabla 2 se presenta la composición química de la harina de palma africana.

**Tabla 2**

*Contenido nutricional de la Harina de palma africana.*

Nutrientes	Unidades	Cantidades
Proteína	%	2.6
Grasa	%	11.7
Fibra	%	38.4
Calcio	%	0.08
Fósforo	%	0.08
Energía Metabolizable	Mcal kg <sup>-1</sup>	4.11

**2.1.2.2. Aceite rojo de palma africana.** El aceite de palma se extrae del mesocarpio del fruto de la palma africana utilizando principalmente métodos mecánicos, siendo el más frecuente la extracción a alta presión con una prensa de tornillo (Rincón y Martínez, 2009). Sin embargo, también existen otros procedimientos, como el uso de solventes específicos, que se combinan con calor o la maceración en alcohol, agua o grasa caliente (Baryeh, 2001).

*b. Composición química.* En la Tabla 3 se detalla la composición química del aceite de palma africana (Rincón y Martínez, 2009).

**Tabla 3***Contenido nutricional del Aceite rojo de palma africana.*

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidades</b>
Proteína	%	0
Grasa	%	99
Fibra	%	0
Vitamina A	Ppm	500
Vitamina B	ppm	600
Energía Metabolizable	Mcal kg <sup>-1</sup>	7.6

**2.2 Generalidades del cuy**

El cuy (*Cavia porcellus* L.) es un roedor doméstico de la familia Caviidae, originario de Sudamérica. Se cree que es una especie híbrida, producto del cruce de varias especies silvestres del género *Cavia*, mismo que ha sido utilizado como fuente de alimento, animal de laboratorio y como mascota en diferentes culturas y países (Mélida, 2009). Su nombre común varía según la región, siendo conocido también como cuye, cobaya, conejillo de Indias o guinea pig (Estupiñán, 2003).

**2.2.1 Clasificación taxonómica del cuy**

La taxonomía descrita por Estupiñán (2003) se resume en la Tabla 4 a continuación.

**Tabla 4***Taxonomía del cuy.*

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Reino	Animalia
Subreino	Metazoos
Tipo	Vertebrados
Clase	Mammalia
Subclase	Placentarios
Orden	Rodentia
Suborden	Hystricomorpha
Infraorden	Hystricognathi
Familia	Caviidae
Subfamilia	Caviinae
Género	<i>Cavia</i>
Especie	<i>Cavia porcellus</i>

### **2.2.2 Fenología de cobayos**

Este animal mide aproximadamente 30 centímetros de largo y tiene un peso entre 700 y 1.000 gramos, destacando por su sabor, calidad y valor nutritivo. Este ha llegado a superar la carne de otras especies, con un contenido de 20.3 % de proteína, 7.8 % de grasa y un contenido mineral del 0.8 % (Jácome, 2004). Además, su breve ciclo reproductivo, facilidad de manejo, bajo costo de inversión y mínimas exigencias alimenticias lo hacen una especie altamente rentable para la producción de carne nutritiva (Chauca, 1997).

### **2.2.3 Genotípos de cobayos**

La genética de los cobayos sigue siendo un tema controvertido debido a la falta de consenso sobre su clasificación como razas, líneas o genotipos. En donde, Mendoza (2015) distingue tres razas basadas en el pelaje: inglés (pelo corto), Abisinio (remolinos) y peruano (pelo largo). Por otro lado, Sarria y Solorzano (2014) clasifican a los cuyes según características como el tipo de pelaje, color de ojos y número de dedos, mientras que Sarria et al. (2020) agrupan a los cuyes en mejorados y no mejorados (criollos o nativos).

**2.2.3.1 Cuyes criollos.** Los cuyes criollos en los países andinos se distinguen por su cuerpo de poca profundidad y un desarrollo muscular limitado, estos son criados principalmente en un sistema familiar, en donde su rendimiento productivo es bajo. Su cabeza presenta una forma triangular, alargada y angulosa, y su pelaje exhibe una diversidad de colores (Figura 1). Debido a las prácticas tradicionales de crianza, estos animales suelen ser consanguíneos y seleccionados negativamente únicamente por su tamaño (Chauca, 1997).

#### **Figura 1**

*Cuy criollo.*



**2.2.3.2 Cuyes mejorados.** En Perú se iniciaron esfuerzos de mejoramiento genético de cuyes en 1966, mediante la evaluación de germoplasma de varios ecotipos a nivel nacional. En 1970, la Estación Experimental Agropecuaria La Molina del INIA comenzó un programa de selección enfocado en mejorar el cuy criollo a nivel nacional, seleccionando animales por su

precocidad y prolificidad, lo que llevó a la creación de las líneas Perú, Inti y Andina (Chauca, 1997).

En la Figura 2 se puede observar un ejemplo gráfico de un individuo mejorado.

### **Figura 2**

*Cuy mejorado genéticamente.*



**2.2.3.3 Líneas genéticas de los cuyes.** A continuación, se describen las líneas genéticas más comunes en cobayos.

**a. Línea Perú.** Según Mendoza (2015), los cuyes de la línea Perú se caracterizan por un cuerpo rectangular con contornos redondeados, cabeza corta y ancha, hocico y nariz redondeados, y ojos generalmente negros. Su pelaje varía de marrón a blanco crema, y algunos presentan remolinos en la cabeza y el tronco como se observa en la Figura 3 elaborada por Vivas (2013).

Estos cuyes son los de mayor tamaño, alcanzando un peso a las 8 semanas de 1050 gramos, en donde su carne es muy apreciada por su cantidad y calidad. Son tranquilos y precoces, con una conversión alimenticia de 3.8 con alimentación mixta y una prolificidad de 2.3 crías por camada (Vivas, 2013).

### **Figura 3**

*Cobayos de raza Perú.*



**b. Línea Andina.** La línea Andina destaca por su alta prolificidad, produciendo un promedio de 3,2 crías por parto, y a las 8 semanas alcanzan un peso de 850 g. Su importancia

radica en su alta frecuencia de celo posparto (84 %) en comparación con otras líneas. Su pelaje es generalmente blanco, con pelo liso y ajustado al cuerpo, y sus ojos son negros (Chauca, 1997). En la Figura 4 se muestra un ejemplar (Vivas, 2013).

#### **Figura 4**

*Cobayos de raza Andina.*



*c. Línea Inti.* La línea Inti es conocida por su rápido desarrollo y alta capacidad reproductiva. Estos individuos tienen ojos negros y su pelaje es de color bayo con blanco o amarillo, además es liso y ajustado al cuerpo, y en algunos casos presentan remolinos en la cabeza. En cuanto al peso, a las 8 semanas alcanza los 800 g y tiene una prolificidad de 3.2 crías por parto (Chauca, 1997). La Figura 5 de Vivas (2013) ilustra un ejemplo de estos individuos.

#### **Figura 5**

*Cobayos de raza Inti.*



**2.2.3.4 Mejoramiento genético.** Un aspecto clave en el mejoramiento genético es la selección, que consiste en eliminar sistemáticamente los individuos indeseables y promover aquellos con características deseables. Este método se basa en identificar y reproducir animales que cumplen con criterios específicos para optimizar las características genéticas de la población (Usca et al., 2022).

Por ejemplo, se pueden seleccionar cuyes que tengan un tamaño adecuado al destete, pesen entre 120 y 140 gramos al nacer, y muestren buena conversión alimenticia y alta prolificidad.

Estos criterios aseguran que los individuos seleccionados contribuyan eficazmente a la mejora genética de la granja (Vivas, 2013).

#### ***2.2.4 Parámetros productivos y reproductivos de los cobayos***

Los parámetros productivos y reproductivos son utilizados para evaluar el rendimiento y la eficiencia en la producción animal. Entre los principales indicadores se encuentran el peso vivo, la ganancia de peso, la conversión alimenticia, fertilidad, animales parto<sup>-1</sup> y la mortalidad, los cuales permiten medir el crecimiento, el aprovechamiento del alimento y la viabilidad de los animales en diferentes sistemas de producción. A continuación, en la Tabla 5 se presentan los principales indicadores descritos por Vivas (2013)

**Tabla 5**

*Parámetros productivos y reproductivos en cobayos.*

<b>Parámetro</b>	<b>Medida</b>	<b>Indicador</b>
Peso al nacimiento	gramos	115
Peso al destete	gramos	202 a 350
Peso de las hembras al empadre	gramos	800
Peso de los machos al empadre	gramos	1200
Ganancia de peso semanal	gramos	100 a 150
Conversión alimenticia en dietas mixtas	-	6 a 8
Fertilidad	porcentaje	98
Nº crías por parto	animales	2 a 4
Nº parto al año	-	4 a 5
Gestación	días	68
Ciclo estral	días	18
Vida reproductiva	partos	3 a 5
Mortalidad en engorde	porcentaje	5 a 18
Relación macho: hembra	-	1:10
Destete	días	21 a 28
Rendimiento a la canal	porcentaje	57 al 70

#### ***2.2.5 Sistemas de producción***

Los sistemas de producción de cuyes son las formas en que se crían y manejan estos animales para obtener carne, pieles y otros productos. Estos se pueden clasificar según el nivel de tecnificación, el tamaño de la población, el tipo de alimentación, el sistema de empadre y el objetivo de la producción. Según estos criterios, se pueden distinguir los siguientes sistemas de producción de cuyes:

**2.2.5.1 Sistema familiar.** Este es el sistema más común y tradicional en los países andinos, donde el cuy forma parte integral de la cultura y la alimentación rural. Se caracteriza por tener una población de 5 a 40 reproductoras, generalmente de raza criolla, los cuales son alimentados únicamente con residuos de cocina y malezas. Este sistema presenta baja productividad y rentabilidad, alta mortalidad y escasos estándares de sanidad debido a la falta de manejo adecuado (Sarria et al., 2020).

En la Figura 6 se representa el sistema de producción de cuyes familiar realizada por Vivas (2013).

### **Figura 6**

*Sistema de producción familiar.*



**2.2.5.2 Sistema familiar-comercial.** Este sistema se encuentra en un punto intermedio entre el familiar y el comercial, caracterizándose por tener entre 40 y 100 reproductoras, generalmente cuyes ligeramente mejorados, en donde la alimentación se basa en forrajes frescos, concentrados y suplementos minerales (Sarria et al., 2020). Este enfoque ofrece una productividad y rentabilidad moderadas, debido a la mayor inversión y control en el manejo, la alimentación y la sanidad (Figura 7).

### **Figura 7**

*Sistema de producción familiar-comercial.*



**2.2.5.3 Sistema comercial.** Este es el sistema más avanzado para la producción de cuyes, con más de 100 reproductoras mejoradas (Inti, Perú, Andina o híbridos). Emplea

tecnologías en manejo, alimentación, sanidad y genética, incluyendo en su dieta forrajes frescos generalmente producidos en la finca, concentrados específicos, y suplementos alimenticios (Sarria et al., 2020). Este sistema se destaca por su alta productividad y rentabilidad, como se ilustra en la Figura 8.

### **Figura 8**

*Sistema de producción comercial tecnificado.*



#### **2.2.6 Origen y distribución en el Ecuador**

Los cuyes han sido domesticados en los Andes Sudamericanos por más de 4.000 años, desempeñando un papel fundamental en la cultura y alimentación de pueblos indígenas como los quitus, imbayas, salasacas y cañaris (Escobar y Sanz, 1987). Además de su valor alimenticio, estos animales tienen un significado simbólico y ritual, siendo utilizados en prácticas de ofrenda y curación.

Por otro lado, según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2021), la población de cuyes en Ecuador alcanza aproximadamente 9.8 millones cada año, en donde el 95.4 % está en la región Sierra, destacando las provincias de Chimborazo (2.1 millones), Azuay (1.7 millones) y Cañar (1.4 millones), con un precio actual por individuo en pie de 9 \$ y preparado de 15 \$.

#### **2.3 Alimentación y nutrición de cuyes**

La alimentación de los cuyes debe ser meticulosamente ajustada según la fase fisiológica del animal, ya sea lactancia, crecimiento, engorde o reproducción, donde es crucial satisfacer requisitos básicos como proteínas, energía, fibra, minerales, vitaminas y agua. Dichos elementos esenciales son adquiridos a través de la incorporación de una gama diversa de alimentos, que abarcan desde gramíneas, leguminosas, malezas y hortalizas, hasta concentrados y suplementos alimentarios (Vergara, 2009).

### 2.3.1 Requerimientos nutricionales del cuy en sus etapas fisiológicas

Los cuyes requieren una alimentación balanceada adecuada a su etapa de crecimiento y engorde para asegurar un buen desarrollo y rendimiento productivo. Necesitan nutrientes como agua, proteína, fibra, energía, ácidos grasos esenciales, minerales y vitaminas, en cantidades y proporciones óptimas que varían según la edad, el estado fisiológico, el genotipo y el entorno (Aceijas, 2014).

Mejorar la calidad nutricional puede potenciar la precocidad y eficiencia reproductiva de los cuyes, en donde se debe tener en cuenta factores como el entorno, el estado fisiológico y el genotipo ya que estos influyen en estas necesidades nutritivas (Cadena, 2005). En este sentido, los requerimientos nutricionales de los cuyes en etapa de crecimiento-engorde se detallan en la Tabla 6 (Aceijas, 2014).

**Tabla 6**

*Requerimientos nutricionales del cuy en etapa crecimiento-engorde.*

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidades</b>
Proteína	%	18
Grasa	%	5
Fibra	%	10
Calcio	%	0.8
Fósforo	%	0.4
Ácido Ascórbico	mg kg <sup>-1</sup>	200
Lisina	%	0.64
Metionina	%	0.36
Arginina	%	1.2
Treonina	%	0.6
Triptófano	%	0.18
Energía Metabolizable	Mcal kg <sup>-1</sup>	2.8

Estos niveles son críticos para la nutrición de los cuyes, destacándose especialmente la relación de calcio y fósforo en la dieta, ya que su desequilibrio puede ocasionar un crecimiento lento, rigidez en las articulaciones y aumentar la tasa de mortalidad (Talavera, 1976).

**2.3.1.1 Energía.** La energía es un nutriente esencial que proporciona la capacidad para llevar a cabo funciones vitales como el crecimiento, la actividad física y la producción de calor, la cual se obtiene principalmente de los carbohidratos y las grasas. En este sentido, la carencia de energía en la dieta puede resultar en pérdida de peso, menor ganancia diaria de peso, disminución del rendimiento de la canal y eficiencia reproductiva reducida (Tiuquina, 2017)

Ahora bien, los cuyes en crecimiento requieren un aporte energético de 2800 kcal kg<sup>-1</sup> en su dieta, mientras que en la etapa de engorde necesitan un aporte de 2700 kcal kg<sup>-1</sup>. En donde, para satisfacer estas necesidades, las dietas pueden incluir alimentos energéticamente densos como cereales, tubérculos, raíces y harinas de origen vegetal o animal (Cadena, 2005).

**2.3.1.2 Ácidos grasos.** Los ácidos grasos esenciales como el linoleico y el linolénico, son fundamentales para la estructura celular, la regulación hormonal y el metabolismo general. Estos nutrientes deben ser incluidos en la dieta ya que su deficiencia puede llevar a problemas graves como retraso en el crecimiento, problemas cutáneos, anemia, úlceras en la piel y reducción en la producción de leche (Tiuquina, 2017).

Ahora bien, aunque el requerimiento específico para cuyes no está completamente definido, se estima que deben representar entre el 1 % y el 2 % de su dieta, en donde se pueden incorporar fuentes alimenticias ricas en estos ácidos, como aceites vegetales, semillas oleaginosas y harinas de origen animal, lo cual es esencial para asegurar su salud y bienestar (Pareja, 2012).

**2.3.1.3 Proteína.** La proteína es esencial para la composición de tejidos en los cuyes, ya que participa en funciones enzimáticas, hormonales y de defensa, en donde su importancia es particularmente notable durante las fases de crecimiento y engorde ya que facilita la formación y reparación de tejidos (Aceijas, 2014). En este contexto, se recomienda un 17 % de proteína para la fase de crecimiento, 16 % para desarrollo y engorde, y entre 8 a 20 % para gestación y lactancia, en raciones que incluyen forrajes y concentrados (Cadena, 2005).

**2.3.1.4 Aminoácidos.** En cuanto a la respuesta del cuy a ciertos niveles específicos de aminoácidos, se ha observado un buen rendimiento con un 0.68 % de lisina, 0.43 % de metionina y un rango de 0.16 a 0.20% de triptófano para la etapa de crecimiento-engorde (Moncayo, 2012). Estas recomendaciones son fundamentales para optimizar la nutrición del cuy, contribuyendo significativamente a mejorar su desarrollo y rendimiento.

**2.3.1.5 Fibra.** La fibra es indispensable en la dieta de los cobayos ya que permite el funcionamiento normal del sistema digestivo, en donde al estimular el peristaltismo ayuda a prevenir el estreñimiento, regula el pH, fomenta el desarrollo de la flora cecal y al poseer un efecto saciante contribuye al control del consumo voluntario de alimento (Moncayo, 2012).

Además, este componente de los alimentos no es asimilado por las enzimas del tracto gastrointestinal de los animales, el cual al ingresar al organismo es fermentada por la flora bacteriana del ciego. En este sentido, se estima que el requerimiento de fibra para los cuyes en

la etapa de crecimiento-engorde debe oscilar entre el 8 y 17 %, utilizando en las dietas alimentos ricos en fibra como forrajes verdes, henos, pajas y rastrojos (Pareja, 2012).

**2.3.1.6 Minerales.** Los minerales son elementos inorgánicos esenciales que se dividen en macroelementos (calcio, fósforo, magnesio, potasio y sodio) y microelementos (hierro, cobre, zinc, manganeso, selenio y yodo). Los macroelementos son cruciales para la formación ósea, equilibrio ácido-base, transmisión nerviosa y contracción muscular, mientras que los microelementos son vitales para la síntesis de hemoglobina, enzimas, hormonas y antioxidantes (Pareja, 2012).

**Tabla 7**

*Requerimientos nutricionales de minerales de cuyes en etapa de crecimiento-engorde.*

<b>Mineral</b>	<b>Unidad</b>	<b>Crecimiento</b>
Calcio	%	0.80
Fósforo	%	0.40
Magnesio	%	0.10
Potasio	%	0.50
Sodio	%	0.20
Hierro	mg kg <sup>-1</sup>	50
Cobre	mg kg <sup>-1</sup>	10
Zinc	mg kg <sup>-1</sup>	50
Manganeso	mg kg <sup>-1</sup>	40

Ahora bien, un desequilibrio de estos minerales puede causar problemas como crecimiento lento, rigidez articular, alta mortalidad, anemia, alopecia, dermatitis, infertilidad y bocio (Moncayo, 2012). En este contexto, los requerimientos específicos de minerales para cuyes en la etapa de crecimiento-engorde se detallan en la Tabla 7 (Aceitas, 2014).

**2.3.1.7 Vitaminas.** Las vitaminas son compuestos orgánicos con funciones coenzimáticas, hormonales y antioxidantes, y se clasifican según su solubilidad en hidrosolubles y liposolubles (Usca et al., 2022). Las vitaminas hidrosolubles (C, B1, B2, B6, B12, ácido fólico, niacina y biotina) son esenciales para el metabolismo, ya que permiten la síntesis de neurotransmisores, la formación de glóbulos rojos, y la salud de la piel y el pelo (Moncayo, 2012).

Por otro lado, según Cadena (2005), la deficiencia vitamínica puede causar enfermedades como escorbuto, beriberi, pelagra, anemia, ceguera nocturna, raquitismo, esterilidad y hemorragias. Por esta razón, Usca et al. (2022) recomiendan los requerimientos vitamínicos detallados en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Requerimientos nutricionales de vitaminas para cuyes en etapa crecimiento-engorde.*

<b>Vitamina</b>	<b>Unidad</b>	<b>Crecimiento-engorde</b>
Vitamina A	UI kg <sup>-1</sup>	5000
Vitamina D	UI kg <sup>-1</sup>	1000
Vitamina E	UI kg <sup>-1</sup>	20
Vitamina C	mg kg <sup>-1</sup>	200
Vitamina B1	mg kg <sup>-1</sup>	2
Vitamina B2	mg kg <sup>-1</sup>	4
Vitamina B6	mg kg <sup>-1</sup>	4
Vitamina B12	mg kg <sup>-1</sup>	10
Ácido fólico	mg kg <sup>-1</sup>	0.5
Niacina	mg kg <sup>-1</sup>	30
Biotina	mg kg <sup>-1</sup>	0.1

### **2.3.2 Tipos de alimentación**

Los cuyes son animales herbívoros y monogástricos con la capacidad de ingerir y digerir forrajes. Sin embargo, para asegurar una dieta equilibrada y satisfacer sus necesidades nutricionales, es crucial complementar el forraje con alimentos concentrados que aporten proteínas, energía, minerales y vitaminas (Tiuquinga, 2017). Además, es esencial considerar la calidad y disponibilidad de los recursos alimentarios, así como mantener prácticas adecuadas en el manejo del agua y la higiene de comederos y bebederos (Vergara, 2009).

**2.3.2.1 Alimentación a base de forraje.** La alimentación con forraje es fundamental para la nutrición y el desarrollo de los cuyes, ya que proporciona fibras, minerales y vitaminas que contribuyen a su bienestar (Castro, 2014). La variedad de forrajes, como ryegrass, pasto azul, tetraploides, alfalfa y tréboles, es clave para una dieta equilibrada. En donde, según la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009) la combinación de leguminosas, que ofrecen alta calidad nutritiva, con gramíneas, que tienen un valor nutritivo menor, enriquece la dieta y asegura un crecimiento óptimo.

En la Tabla 9 Usca et al. (2022) presentan el consumo diario de forraje verde por animal.

**Tabla 9**

*Consumo diario promedio de Forraje verde por animal.*

<b>Edad/Mes</b>	<b>Consumo de Forraje verde/animal/día (g)</b>
1	60
2	150
3	250

*a. Alfalfa. Medicago sativa* L. es un forraje perenne, herbáceo y leguminoso es el más adecuado para los cuyes debido a su alto contenido de proteínas, fibras, energía, minerales y vitaminas. Esta requiere un clima templado con temperaturas entre 15 y 25°C y una precipitación anual de 600 a 1000 mm y el suelo debe ser profundo, permeable, bien drenado y con un pH de 6 a 8 (FAO, 2009).

Además, la alfalfa se siembra a una profundidad de 1 a 2 cm con una densidad de 15 a 20 kg ha<sup>-1</sup> y se cosecha cada 35 a 45 días, cuando las plantas tienen el 10 % de floración (Moncayo, 2012). En este sentido, la composición bromatológica específica de la alfalfa según la FEDNA (2011) se encuentra detallada en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Contenido nutricional de la alfalfa.*

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidades</b>
Proteína	%	17.4
Grasa	%	2.6
Fibra	%	24.5
Calcio	%	1.3
Fósforo	%	0.64
Materia seca	%	23

**2.3.2.2 Alimentación mixta.** La alimentación mixta parte principalmente por la limitada disponibilidad de forraje verde para los cuyes, lo que lleva al uso de concentrados y subproductos industriales como suplementos alimentarios. Aunque estos concentrados pueden ser costosos, mejoran la eficiencia alimenticia, con valores de conversión de 6 a 8 cuando se combinan con forraje, frente a 10 y 12 cuando se utiliza solo forraje (FAO, 2009).

En este caso, las cantidades diarias recomendadas se detallan en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Cantidad de alimento a suministrar por semana y edad del cuy.*

<b>Semana</b>	<b>Concentrado (g)</b>	<b>Alfalfa (g)</b>
1	10	100
2	15	150
3	20	200
4	25	250
5	30	300
6	35	350
7	40	400
8	40	400

**2.3.2.3 Suministro de agua.** El agua es crucial en la alimentación de los cuyes, representando del 60 % al 70 % de su organismo y actuando como principal transportador de nutrientes y oxígeno (Cadena, 2005). Los cuyes obtienen agua de tres fuentes: bebida, alimentos y agua metabólica, en donde la cantidad de agua que consumen depende de factores como el tamaño, estado fisiológico, tipo de alimento, y condiciones ambientales (Solier, 2016).

En este sentido, si se proporciona forraje succulento en grandes cantidades (más de 200 g), la necesidad de agua se cubre con la humedad del forraje. En cambio, con forraje restringido (30 g por animal al día), se requieren 85 ml de agua adicional, con un requerimiento diario de 100 a 105 ml por kilogramo de peso vivo (Moncayo, 2012).

## **2.4 Marco legal**

La presente investigación se enmarca en normativas legales que respaldan su desarrollo. En donde, la Constitución de la República del Ecuador, aprobada en 2008, en el Artículo 14, señala el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, lo cual fundamenta la promoción de nuevos ingredientes en la dieta de cuyes, alineados con la sostenibilidad y la protección ambiental (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

Además, el Artículo 281 de la misma Constitución establece las obligaciones del Estado para garantizar la soberanía alimentaria, promoviendo la producción agropecuaria, la conservación de la biodiversidad y el uso de prácticas agrícolas sostenibles. En este sentido, la inclusión de harina de palma contribuye a diversificar los recursos alimenticios mejorando la seguridad alimentaria y el desarrollo rural (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

Por otro lado, según el Artículo 3 de la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP) tiene la responsabilidad de fomentar la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías en la agricultura y la ganadería, incluyendo la exploración de nuevos ingredientes en las dietas de animales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2009).

Finalmente, el Artículo 24 de la misma Ley establece que la inocuidad alimentaria tiene como objetivo proteger la salud, previniendo enfermedades causadas por alimentos contaminados. En este marco, Agrocalidad, mediante su Manual Técnico de Buenas Prácticas Pecuarias en la Crianza de Cuyes, regula los estándares de sanidad animal para asegurar que ingredientes como la harina de palma cumplan con las normativas de seguridad alimentaria y no representen un riesgo para la salud de los animales y las personas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2009).

# CAPITULO III

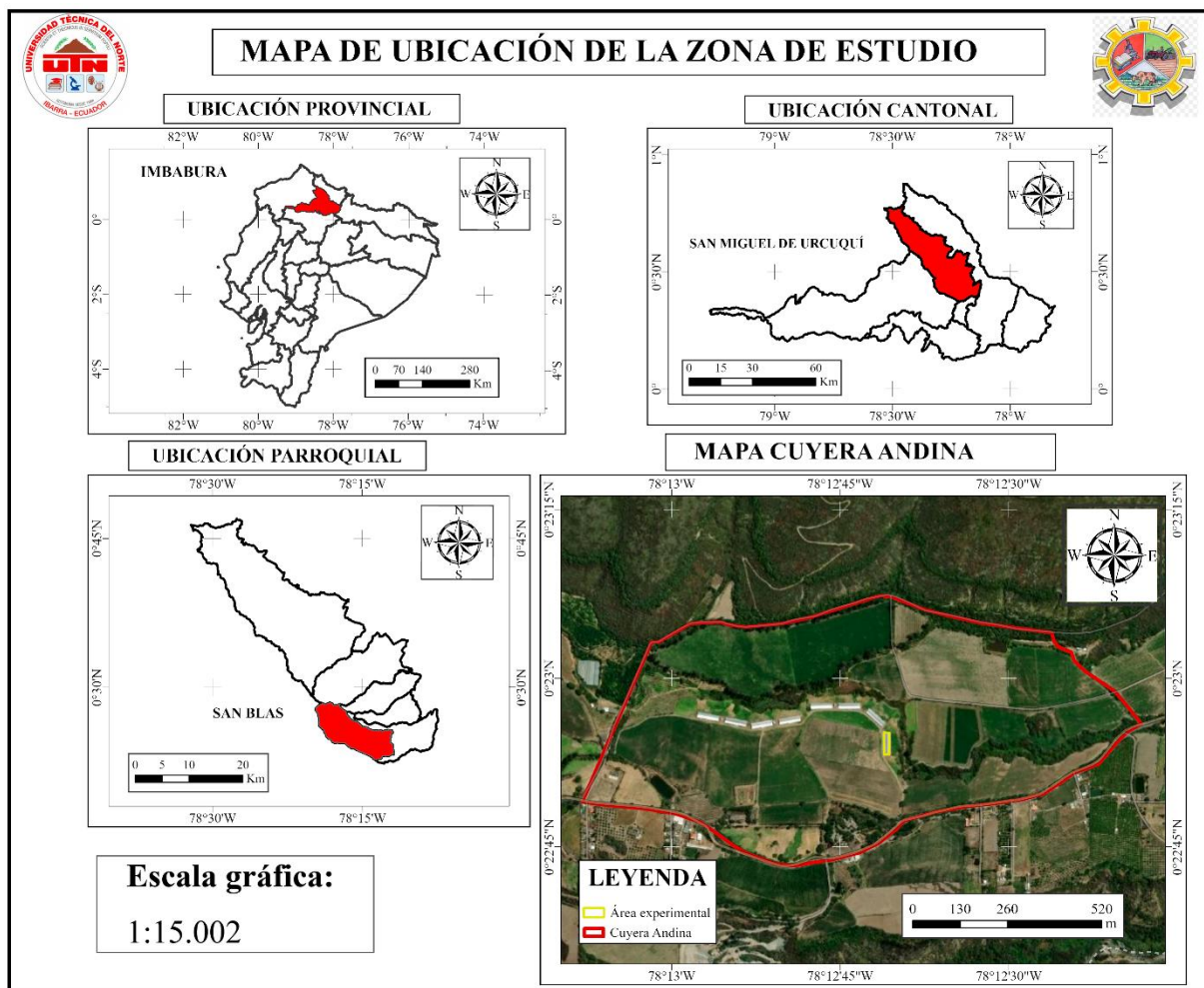
## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Caracterización del área de estudio

La investigación se realizó en el cantón San Miguel de Urcuquí, ubicado en la provincia de Imbabura. La información geográfica de esta área fue obtenida del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2011) y se representa en la Figura 9.

**Figura 9**

*Ubicación geográfica del área de estudio.*



#### 3.1.1 Ubicación geográfica, política y características climáticas

Las características edáficas y climáticas del lugar de investigación descritas por el (GADMU, 2019) se muestran en la Tabla 12.

**Tabla 12***Ubicación geográfica y climática del lugar de estudio Cayera Andina.*

<b>Parámetros</b>	<b>Información</b>
Altitud	2.229 msnm
Longitud	-78.211841
Latitud	0.378844
Temperatura media anual	10-20 °C
Humedad relativa	>50%
Precipitaciones	700-800 mm

### 3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

En la Tabla 13 se presentan los insumos, materiales y equipos utilizados en campo durante el proyecto.

**Tabla 13***Materiales y equipos de trabajo para la investigación.*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Material experimental</b>	<b>Insumos</b>
Bebederos	Computadora	120 cobayos macho Tipo A1 mejorados*	Concentrado de Cuyera Andina
Comederos	Teléfono celular		Concentrados con HPA**
Jaulas (madera)	Calculadora		Alfalfa
Equipo de protección	Balanza digital		
Equipo de limpieza	Material de oficina		
Molino			

*Nota.* \*Cuyes Tipo A1 mejorados: de pelo corto y conformación tipo paralelepípedo, provenientes de las líneas genéticas Inti, Andina y Perú, con un proceso de mejoramiento de más de 30 años. \*\*HPA: Harina de palma africana.

### 3.3 Métodos

La presente investigación es de tipo experimental-cuantitativa, se manejaron 10 variables, mismas que se procesaron con la ayuda del software estadístico, InfoStat versión 2020.

#### 3.3.1 Factor en estudio

**Factor:** Dietas para cobayos.

**N0:** Concentrado con 0% de harina de palma africana + Alfalfa

**N1:** Concentrado con 5% de harina de palma africana + Alfalfa

**N2:** Concentrado con 10% de harina de palma africana + Alfalfa

**N3:** Concentrado con 15% de harina de palma africana + Alfalfa

### 3.3.2 Formulación de dietas

Los materiales usados para la formulación de las dietas (niveles) se encuentran detallados en la Tabla 14, mismos que ayudaron a alcanzar los requerimientos nutricionales para cuyes en etapa de crecimiento-engorde que se encuentran detallados en la Tabla 14.

**Tabla 14**

*Formulación de concentrado N0, N1, N2 y N3.*

<b>Materia Prima</b>	<b>N0 (kg)</b>	<b>N1 (kg)</b>	<b>N2 (kg)</b>	<b>N3 (kg)</b>
Morochillo	38	38	38	38
Soya	25	25	25	25
Polvillo de arroz	30	30	30	30
Aceite de palma	4	2.75	1.5	0.25
Harina de palma	0	5	10	15
Melaza	3	3	3	3
<b>Total, Mezcla A</b>	<b>100</b>	<b>103.75</b>	<b>107.5</b>	<b>111.25</b>
Protaz	0.75	0.75	0.75	0.75
Micronutrientes	1.46	1.46	1.46	1.46
<b>Total</b>	<b>102.21</b>	<b>105.96</b>	<b>109.71</b>	<b>113.46</b>

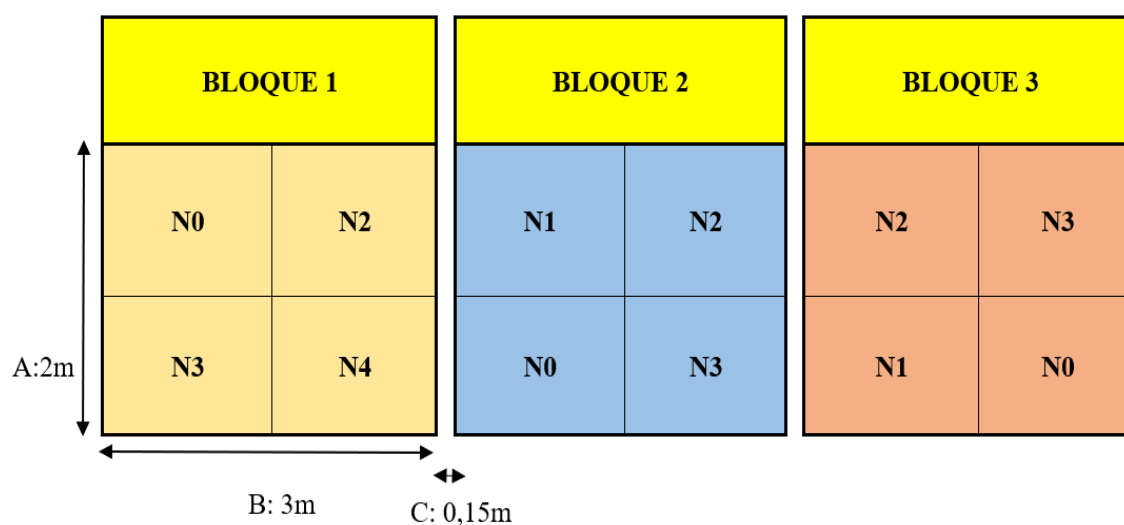
*Nota.* Por cada total de la mezcla A se añadirá la misma cantidad de Protaz y Micronutrientes.

### 3.3.3 Diseño experimental

Para la presente investigación, se implementó un diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) como se muestra en la Figura 10.

**Figura 10**

*Diseño experimental en Bloques Completos al Azar.*



*Nota.* A: Largo total del bloque, B: Ancho total del bloque y C: Distancia entre bloques.

### 3.3.4 Características del experimento

En la Tabla 15 se presenta las diferentes características del proyecto de investigación.

**Tabla 15**

*Características del proyecto.*

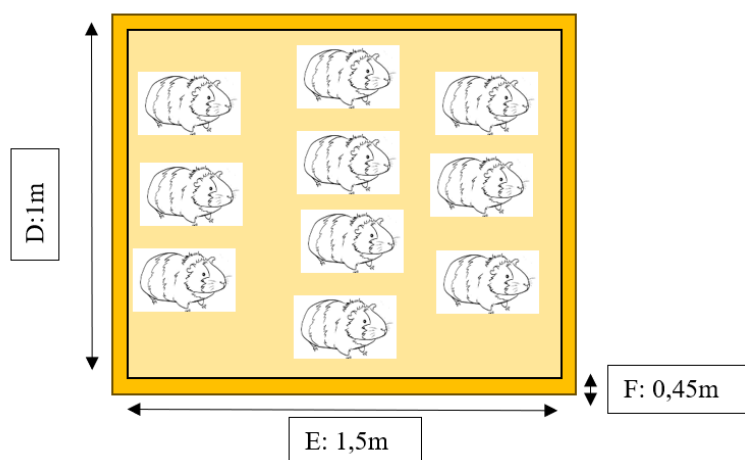
Niveles	4
Bloques	3
Unidades experimentales	12
Área total del experimento	18.6 m <sup>2</sup>

### 3.3.5 Características de la unidad experimental

Las unidades experimentales constaron de 10 cuyes macho criollos Tipo A1, pertenecientes a la línea genética mejorada de Cuyera Andina, con características fenotípicas similares en cuanto a sexo, tipo de pelo, peso, tamaño y conformación del cuerpo. En la Figura 11 se muestra en forma esquematizada a cada unidad experimental.

**Figura 11**

*Unidad experimental del diseño en bloques.*



*Nota.* D: Largo, E: Ancho y F: Profundidad.

Las características específicas que tuvo cada unidad experimental se presentan en la Tabla 16.

**Tabla 16***Características de la unidad experimental.*

<b>Datos</b>	<b>Medidas</b>
Número total de animales por poza	10
Número total de animales experimentales	120
Área de cada unidad experimental	1.5 m <sup>2</sup>
Largo de la poza de cada unidad experimental	1 m
Ancho de la poza de cada unidad experimental	1.5 m
Área por individuo experimental	0.15 m <sup>2</sup>
Profundidad de la poza de cada unidad experimental	0.45 m

### 3.3.6 Análisis estadístico

Para el procesamiento de datos se usó el software estadístico InfoStat versión 2020, donde se realizó un análisis ADEVA con pruebas de medias ( $\alpha=0.05$ ) al cumplirse con los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad, cuando no se cumplió los antes mencionado se realizó un análisis con datos no paramétricos Friedman (únicamente en la variable estado sanitario), como se muestra en la Tabla 17.

**Tabla 17***Análisis de varianza (ADEVA).*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>GL</b>
Bloques	$(B_0 - 1)$	2
Factor	$(N - 1)$	3
Error experimental	$(N - 1) (B_0 - 1)$	6
Total	$(N \times B_0) - 1$	11

*Nota.*  $B_0$ : número de bloques,  $N$ : número de niveles y GL: Grados de libertad.

## 3.4 Variables evaluadas

### 3.4.1 Peso inicial

Para todas las unidades experimentales, el primer pesaje se realizó en el destete con 21 días. Para este procedimiento, se utilizó una balanza digital con un margen de error del 0.01 %. El peso inicial se registró en gramos, este valor único se usó para garantizar la homogeneidad de pesos en todos los niveles, que oscilaron entre 340 y 355 g. Además, este dato sirvió como punto de partida para la investigación y la evaluación de las demás variables del estudio.

### 3.4.2 Peso individual semanal

Los pesos se registraron semanalmente de forma individual en todas las unidades experimentales que forman parte de cada nivel. Estas mediciones se tomaron mediante una

balanza digital con un margen de error del 0.01 %. Los valores numéricos obtenidos fueron en gramos y se registraron en el cuaderno de campo para evaluar el crecimiento y ganancia de peso semanal de los cuyes.

### **3.4.3 Ganancia de peso semanal**

La ganancia de peso fue calculada mediante la ecuación matemática 1 sugerida por Zurita (2019) y que se describe a continuación.

Ecuación:

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

Donde:

- GP: Ganancia de peso semanal
- PF: peso final en gramos o semana actual.
- PI: peso inicial en gramos

La ecuación permitió cuantificar el aumento de peso experimentado por los animales, de donde el PI correspondió al peso final de la anterior semana y el PF al final de la semana en estudio, estos valores se tomaron en gramos con ayuda de una balanza digital con error de 0.01 %.

### **3.4.4 Conversión alimenticia**

Para calcular la conversión alimenticia de los animales, se utilizaron los datos recopilados del consumo semanal de balanceado y forraje en materia seca, los cuales fueron promediados para cada nivel. Además, se consideró el promedio de la ganancia de peso de cada individuo en el análisis estadístico. El cálculo para esta variable se realizó mediante la ecuación 2 (Agudelo, 2014).

Ecuación:

$$CA = \frac{CIB+CIF}{GP} \quad (2)$$

Donde:

- GP: ganancia de peso en gramos semanal en gramos
- CA: Conversión alimenticia.
- CIB: Consumo de alimento concentrado semanal.
- CIF: Consumo de alimento forraje semanal.

### **3.4.5 Porcentaje de desperdicio total (concentrado y forraje)**

El desperdicio resulto de la diferencia del alimento ofrecido menos el alimento consumido efectivamente. Los datos para esta variable se tomaron diariamente y se procesaron semanalmente en materia seca, se obtuvieron datos empleando una balanza digital con error del 0,01% que se aplicaron a la ecuación 3 (Canchila et al., 2018).

Ecuación:

$$D (\%) = \frac{DF+DC}{AS} \times 100 \quad (3)$$

Donde:

- D (%): porcentaje de desperdicio de concentrado
- DC: Desperdicio de concentrado en gramos.
- DF: Desperdicio de forraje en gramos.
- AS: Alimento total suministrado en gramos.

### **3.4.6 Consumo total de alimento (concentrado y forraje)**

Esta variable fue medida diariamente en cada unidad experimental utilizando una balanza digital con un margen de error del 0.01 %. Para llevar a cabo el análisis detallado de estos datos, se aplicó la ecuación matemática 4 sugerida por Canchila et al. (2018) y se trabajó con materia seca, valores que fueron analizados semanalmente.

Ecuación:

$$CC = AO - AR \quad (4)$$

Donde:

- CC: Consumo de concentrado y forraje en gramos.
- AO: Alimento ofrecido en gramos de forraje y concentrado.
- AR: Alimento rechazado de forraje y concentrado en gramos.

### **3.4.7 Porcentaje de Mortalidad**

El registro diario meticuloso se realizó para monitorizar detenidamente la tasa de mortalidad en cada uno de los sujetos de estudio. En donde, una vez terminada la fase experimental se realizó una suma de los animales muertos registrados, este seguimiento cuidadoso permitió evaluar de manera exhaustiva si la inclusión de harina de palma en el concentrado tiene algún efecto tóxico

en los cobayos. Para el análisis final se aplicó la ecuación matemática 5 descrita por Espinoza et al. (2023) en cada nivel.

Ecuación:

$$M (\%) = \frac{AM}{AT} \times 100 \quad (5)$$

Donde:

- M (%): Porcentaje de mortalidad.
- AT: Animales totales.
- AM: Animales muertos en la semana.

#### **3.4.8 Estado sanitario (*dermatitis*) porcentaje**

El registro se realizó semanalmente, contabilizando los animales que presentaron enfermedades dérmicas. Al terminar la fase experimental se contabilizó el número de animales que presentaron problemas dérmicos. Este seguimiento minucioso permitió evaluar con precisión si la inclusión de harina de palma en el concentrado, en sus diferentes niveles, tuvo algún efecto negativo en los cobayos. Cada incidencia de enfermedad fue observada exhaustivamente, y para su análisis final fue necesario aplicar la ecuación matemática 6 descrita por Espinoza et al. (2023).

Ecuación:

$$ES (\%) = \frac{APD}{AT} \times 100 \quad (6)$$

Donde:

- ES (%): Porcentaje de animales con problemas dérmicos.
- AT: Animales totales.
- APD: Animales con enfermedades dérmicas en la semana.

#### **3.4.9 Peso final en pie**

La medición de esta variable se llevó a cabo en el último día de evaluación, coincidiendo con la venta en pie de los animales (77 días). Se utilizó una balanza digital con un margen de error de precisión del 0.01 %, en donde los datos se registraron en gramos. Este enfoque meticuloso garantizó la obtención de datos precisos y confiables para analizar el impacto de la dieta en el crecimiento de los cobayos y optimizar así las prácticas de producción (Canchila et al., 2018).

### **3.4.10 Relación beneficio- costo de las dietas**

La evaluación económica de la investigación se llevó a cabo mediante el indicador económico beneficio/costo. Este indicador establece una relación entre los ingresos generados por la venta de animales con respecto a los egresos, que incluyen la compra de animales, alimentación, sanidad, mano de obra, depreciación del galpón y compras diversas. La ecuación 7 utilizada para determinar el beneficio/costo fue la sugerida por Collado (2016).

Ecuación:

$$C/B = \frac{I}{E} \quad (7)$$

Donde:

- C: Costos totales en dólares.
- B: Beneficios en dólares.
- I: Ingresos totales en dólares
- E: Egresos totales en dólares

## **3.5 Manejo específico del experimento**

### **3.5.1 Instalación de pozas**

Para establecer las 12 pozas que constituyeron las unidades experimentales del proyecto, se partió de tres pozas grandes ya existentes ubicadas en el galpón 4 de engorde de Cuyera Andina, cada una con dimensiones de 2 metros de largo y 3 metros de ancho.

Para la subdivisión, se utilizaron tres tablas de 3 metros y 12 tablas de 1 m de largo, siendo todas de 0.45 m de ancho, las cuales sirvieron para dividir la poza principal en 4 partes iguales. De este modo, cada unidad experimental resultante tuvo dimensiones de 1 metros de largo, 1.5 metro de ancho y 0.45 metros de profundidad. Con el objetivo de diferenciar claramente cada unidad experimental, se realizaron carteles emplastados con la nomenclatura correspondiente.

### **3.5.2 Elaboración de las dietas**

Para formular las dietas se realizó un análisis bromatológico a la harina de palma debido a que este insumo fue el único que varió entre dietas, la cual se presenta en la Figura 12. El resto de los insumos se mantuvieron en las mismas cantidades como se muestra en la Tabla 13.

## Figura 12

*Análisis Bromatológico de la harina de Palma Africana.*

### **RESULTADOS ANALÍTICOS**

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores en muestra</b>
Humedad	%	4,0
Proteína bruta <sup>§</sup>		2,6
Grasa total		11,7
Fibra bruta		38,4
Cenizas		16,9
Extractos libres de nitrógeno*		26,4

\*Mediante cálculo

§ Factor conversión a proteína= 6.25

Método de referencia:

1. Humedad: Gravimetría
2. Proteína bruta: Kjeldalh (NTE INEN-ISO 5983-1, 2014).
3. Cenizas: Oxidación seca (NTE INEN-ISO 5984, 2015).
4. Fibra bruta: Hidrólisis con filtración intermedia (NTE INEN-ISO 6865, 2014).
5. Grasa total: Extracción Randall (NTE INEN-ISO 11085:2013).

### **3.5.3 Adquisición de materias primas**

Para formular los concentrados, se adquirió la materia prima principal que conformó cada dieta, considerando las cantidades necesarias. La harina de palma se obtuvo a través de la empresa La Vaquería y el restante de las materias primas se obtuvo de los proveedores de la empresa Cuyera Andina.

### **3.5.4 Fabricación de concentrados**

Se llevó a cabo el proceso de mezclado de todas estas materias primas en el molino de Cuyera Andina. Esta etapa fue crucial para lograr una homogeneidad adecuada en la composición de las dietas, el cual fue desarrollado dos veces durante todo el periodo de investigación.

Finalmente, cada dieta resultante se envasó en sacos de costal, identificados con la etiqueta correspondiente. Este paso asegura la correcta identificación y trazabilidad de cada producto elaborado, garantizando así la calidad y consistencia de los balanceados producidos.

### **3.5.5 Selección de los individuos experimentales**

Un día antes de empezar con la fase experimental y la toma de datos fue realizado el destete y selección de los individuos experimentales. Esto para identificar individuos con las mismas características fenotípicas en estructura, sexo y peso, lo que aseguró la homogeneidad del trabajo de investigación dando un resultado confiable en la evolución de las variables evaluadas.

### ***3.5.6 Distribución de animales***

El día de inicio de la investigación, se realizó la distribución aleatoria de los individuos experimentales, con un total de 10 animales por cada unidad experimental.

### ***3.5.7 Manejo sanitario***

La primera desinfección del área de ensayo se realizó un día antes de colocar los individuos experimentales del proyecto, después se la realizó cada 21 días, para remover los excrementos de los animales y controlar los parásitos externos como piojos y pulgas.

Durante este proceso, se desinfectó las pozas utilizando amonio cuaternario y cal. Asimismo, se aplicó viruta previamente desinfectada y se realizarán baños a los cuyes mediante bombas de aspersion con Diclorvos. Este enfoque integral de limpieza buscó mantener condiciones higiénicas óptimas en las instalaciones, asegurando el bienestar y la salud de los animales.

### ***3.5.8 Sistema de alimentación***

La alimentación se hizo con un sistema mixto con concentrado y forraje, donde el alimento total se suministraba 3 veces al día. El concentrado se administraba una vez al día (7 AM), mientras que el forraje (alfalfa) se suministró dos veces (11AM y 2PM). Durante la investigación, el suministro de agua se realizó una vez al día a las 12PM. Este proceso estuvo sujeto a las condiciones climáticas diarias, considerando la temperatura y humedad registradas por el termómetro.

### ***3.5.9 Control de peso semanal***

El control de peso en cada individuo experimental se hizo cada 7 días, tomando como eje el pesaje inicial, que se consideraría como día 1, el proceso inició a los 21 días de edad. El pesaje se lo realizó en las mañanas (6 AM) a todos los animales previo a la alimentación. Este proceso se repitió durante las 8 semanas de evaluación.

### ***3.5.10 Control de consumo de alimentos***

Este control se realizó todos los días, con el pesaje diario del alimento rechazado del día anterior, tanto para forraje como para concentrado. Después se suministraba el alimento diario a los cuyes. Para esto, una vez a la semana, se pesó el concentrado para los 7 días y se empaquetó con el propósito de ahorro de tiempo, y el forraje se pesó al momento del suministro a los animales.

### ***3.5.11 Cálculo del porcentaje de materia seca en el forraje***

Para calcular el porcentaje de materia seca en las muestras de alfalfa, primero se tomó el peso inicial de cada muestra (en este caso, 100 g) y posteriormente se pesó nuevamente después de que su secado al sol hasta alcanzar un peso constante. El porcentaje de materia seca se calculó utilizando la ecuación 8 descrita por Espinoza et al. (2023).

Ecuación:

$$MS (\%) = \frac{PF}{PI} \times 100 \quad (8)$$

Donde:

- MS (%): Porcentaje de materia seca
- PF: Peso final (g)
- PI: Peso inicial (g)

Una vez que se determinaron los porcentajes de materia seca para cada una de las 10 muestras, se promediaron estos valores para obtener el porcentaje final de materia seca, valor que fue utilizado para evaluar las variables consumo de alimento (g), desperdicio (%) y Conversión Alimenticia.

### ***3.5.12 Control sanitario y mortalidad***

El control sanitario y la mortalidad se lo realizó diariamente para determinar la aparición de enfermedades dérmicas, las cuales fueron tratadas de inmediato para evitar muertes y el contagio de otros animales. Se aplicó una crema dérmica con Clotrimazol al 1 % y al finalizar la fase experimental se realizó el registro total de las muertes y los animales que presentaron enfermedades micóticas.

### ***3.5.13 Venta de los animales***

La venta se realizó en pie a los 77 días de edad de los individuos. La mayoría de los animales alcanzaron un peso promedio de 1200 g, que era el peso demandado por los compradores. Cada animal se vendió por 9 dólares.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a cada variable obtenida en la investigación:

#### 4.1 Peso semanal promedio en cobayos PSC (g)

La Tabla 18, muestra el análisis de varianza de la variable peso semanal de la camada (g) indicando que no existe interacción entre las fuentes de variación Semana: Nivel ( $p=0.2095$ ). Sin embargo, hay diferencia significativa para los factores evaluados de manera independiente Semana y Nivel ( $p<0.0001$ ).

**Tabla 18**

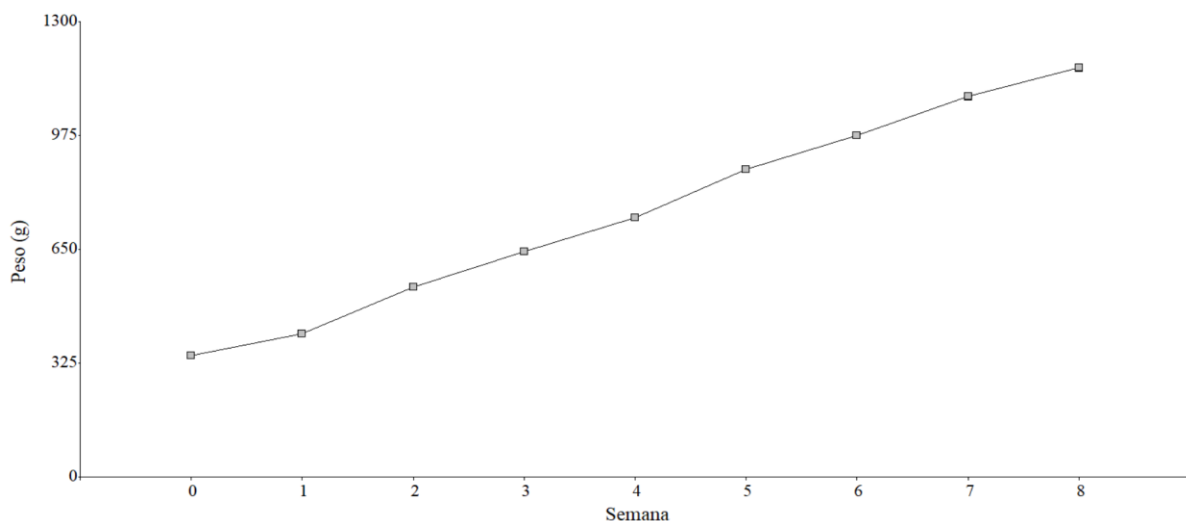
*ADEVA de la variable PSC en cobayos en fase de crecimiento-engorde.*

Fuente de Variación	Grados de libertad	<i>p</i> valor
Semana	8	<0.0001
Nivel	3	<0.0001
Semana: Nivel	24	0.2095

A lo largo de las semanas se observa un incremento progresivo del peso de los cuyes, sin registrar pérdidas en ningún momento (Figura 13). El aumento promedio entre semanas alcanzó los 103.55 g. En donde, la semana 1 mostró el menor incremento, con un aumento del 17 %; mientras que, el resto de las semanas incremento un 29.85 % con respecto al peso inicial (346.87 g).

**Figura 13**

*Peso (g) semanal por animal en cobayos en fase de crecimiento-engorde.*



Los resultados obtenidos en la variable coinciden con Castro (2014) quien presentó una correlación lineal perfecta entre el aumento del peso vivo y las semanas de experimentación al evaluar la inclusión de palmiste, el cual obtuvo en la semana 5 un peso promedio de la camada de 902.12 g animal<sup>-1</sup>. Este resultado es similar al de la presente investigación, ya que se registró un peso promedio de 887.86 g animal<sup>-1</sup> en la misma semana de observación, diferenciándose únicamente en 1.6 %.

La similitud entre ambos estudios podría deberse a que tanto el palmiste como la harina de palma son insumos energéticamente altos (1900 kcal kg<sup>-1</sup> el palmiste y 2270 kcal kg<sup>-1</sup> la harina de palma). Esto se justifica porque el proceso de extracción de ambos es similar, proviniendo de la misma materia prima (fruto de la palma africana).

Por otro lado, los resultados difieren a los reportados por Peña (2020), quien también evaluó la inclusión de torta de palmiste, encontrando que una inclusión del 10 % de este, fue el más efectivo, alcanzando un peso promedio final de 952.3 g animal<sup>-1</sup> a los 110 días de edad. Este resultado difiere del N2 de la presente investigación que alcanzó un peso de 1156 g a los 77 días de edad, siendo superior en 204.2 g. Esto indica que, aunque N2 no fue el más efectivo, permite un mayor incremento de peso en un período de tiempo más corto. Además, la diferencia de estos valores puede deberse a que dicho autor utilizó machos y hembras (50 % y 50 %) para sus tratamientos; mientras que, la presente investigación trabajó únicamente con machos.

Se debe indicar que, los pesos no solo se dan por el género de los animales, sino que son multifactoriales tal como lo indican Huaman et al. (2021), quienes sugieren que el peso esta influenciado por la calidad del alimento, la raza y el género; siendo común que los machos ganen más peso por las diferencias hormonales.

#### **4.2 Ganancia de peso semanal promedio en cobayos GP (g)**

La Tabla 19, muestra el análisis estadístico ADEVA para la variable ganancia de peso, el cual indica que no existe interacción entre las fuentes de variación Semana: Nivel ( $p=0.8662$ ). Sin embargo, al evaluar los factores de manera independiente se encontró que existe diferencia significativa con respecto a las semanas ( $p<0.0001$ ), no así los niveles ( $p=0.5520$ ).

**Tabla 19**

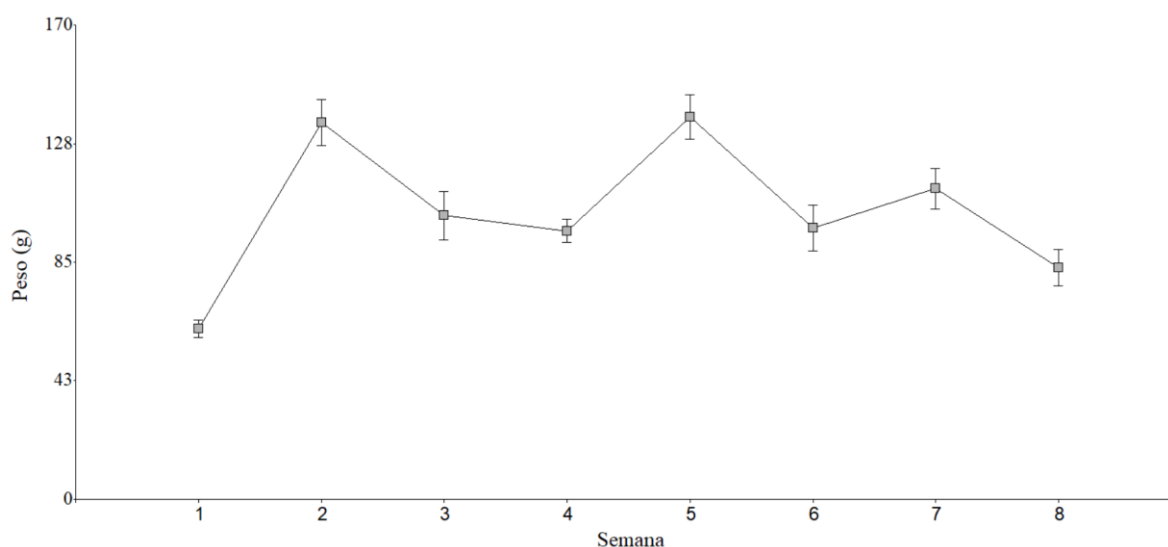
*ADEVA de la variable GP en cobayos en fase de crecimiento-engorde.*

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>p valor</b>
Semana	7	<0.0001
Nivel	3	0.5520
Semana: Nivel	21	0.8662

En la Figura 14 se observan los resultados para la variable a lo largo del tiempo, donde el análisis estadístico reveló que las semanas 3, 4, 6 y 8 mostraron un comportamiento similar, con ganancias de peso semanal que oscilan entre 82.9 g a 111.3 g, las cuales superan aproximadamente en un 35 % a la semana 1. Por su parte, las semanas 2 y 5 alcanzaron la mayor ganancia con valores de 135 g y 137 g respectivamente, siendo superiores en 44 % a las semanas antes mencionadas. Además, la semana 7 fue inferior al resto de semanas, sin diferencias significativas con las semanas 3, 5 y 6, superando estadísticamente a la semana 8 en un 34 %.

**Figura 14**

*Ganancia de peso (g) semanal por cobayo en fase de crecimiento-engorde.*



Estos resultados difieren con lo reportado por René (2012) quien, al evaluar la inclusión de palmiste en el concentrado de cobayos, encontró que el tratamiento con 5 % de palmiste obtuvo una ganancia de peso de 94.6 g animal<sup>-1</sup> por semana, siendo el tratamiento más efectivo. Este resultado es menor a lo obtenido en N1 del presente estudio (105.2 g animal<sup>-1</sup>), con una diferencia de 10 g semanales, valor representativo a largo plazo, ya que representa animales con mayor peso y por ende más valor económico.

La diferencia entre ambos estudios puede justificarse debido a la raza utilizada, en donde pese a ser animales machos, en la presente investigación se trabajó con cuyes mejorados genéticamente provenientes tanto de la raza Perú, Inti y Andina (con las mejores características de cada uno), mientras que dicho autor utilizó cuyes de raza Perú.

Del mismo modo, los resultados difieren a lo encontrado por Cartagena (2016) quien obtuvo una ganancia de peso semanal de 67.76 g al incluir 2 % de aceite de palma en la dieta de cuyes, dato inferior a N0 (3 % de aceite de palma) de la presente investigación (107.3 g). La diferencia observada puede deberse a los diferentes niveles de inclusión de aceite de palma en ambos casos, lo que sugeriría que, a mayor inclusión de aceite de palma en la dieta, mayor ganancia de peso, esto debido a que el aceite mejora la palatabilidad y la textura del concentrado, favoreciendo el consumo. No obstante, es importante considerar el nivel máximo adecuado, ya que la inclusión excesiva de aceite podría causar problemas digestivos en los animales.

Es necesario señalar que, la edad de los cuyes y el ritmo de ganancia de peso (GP) guardan una correlación alta e inversa, donde a mayor edad de los animales, corresponde un menor ritmo en el incremento porcentual diario de peso. Esto se debe a que, conforme su cuerpo alcanza gran parte de su tamaño final, la energía se destina más al mantenimiento de los tejidos ya formados que al crecimiento activo (Escobar et al., 2023).

#### 4.3 Conversión alimenticia semanal promedio en cobayos (CA)

La Tabla 20, muestra el análisis estadístico ADEVA para la variable conversión alimenticia, la cual indica que no existe interacción entre las fuentes de variación Semana: Nivel ( $p=0.7413$ ). No obstante, al evaluar los factores de manera independiente se encontró diferencias significativas entre las semanas ( $p<0.0001$ ); no así para los niveles ( $p=0.4146$ ).

**Tabla 20**

*ADEVA de la variable CA en cobayos en fase de crecimiento-engorde.*

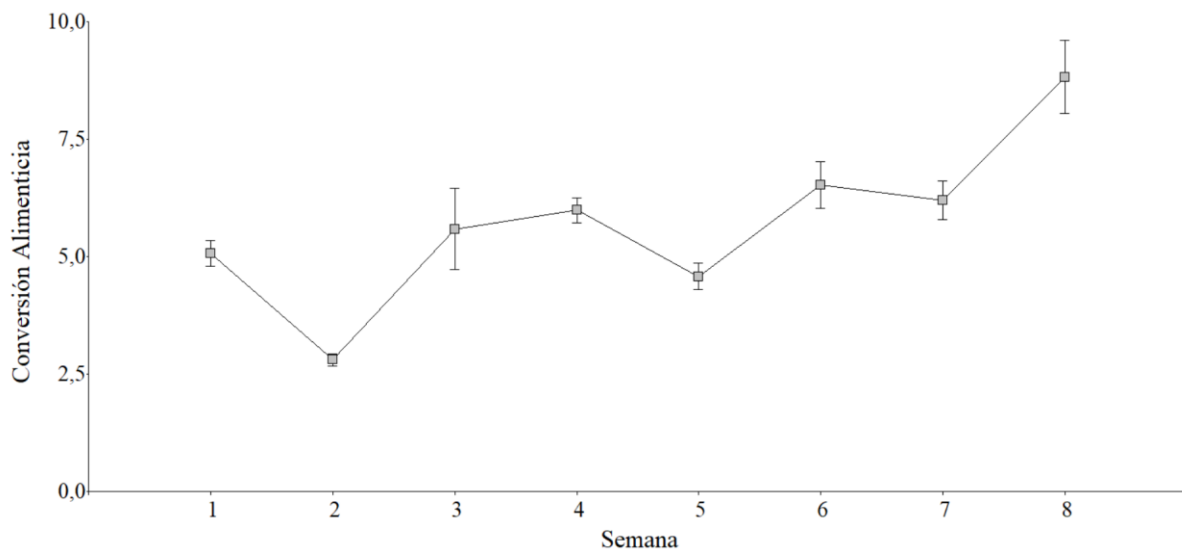
<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b><i>p</i> valor</b>
Semana	7	<0.0001
Nivel	3	0.4146
Semana: Nivel	21	0.7413

En la Figura 15 se observa una tendencia de incremento de la conversión alimenticia. Sin embargo, se debe señalar que las semanas 2 y 3 presentan los valores más eficientes con 2.8 y 4.59 respectivamente. Además, se observa que las semanas 1,3,4 y 5 son estadísticamente similares entre sí, al igual que las semanas 6 y 7.

Adicionalmente, en la semana 8 la conversión alimenticia se ubica en su valor más alto con 8.82, representando un incremento del 215 % con respecto a la semana 2. Este patrón sugiere que, en la semana 8 los cobayos requirieron un mayor consumo de alimento para lograr un incremento de peso.

### Figura 15

*Conversión alimenticia semanal por cobayo en fase de crecimiento-engorde.*



Los resultados observados en las semanas pueden atribuirse a las características fisiológicas propias de los cuyes jóvenes, cuyo metabolismo acelerado facilita una conversión más eficiente de nutrientes para el crecimiento. Esta eficiencia disminuye gradualmente con la madurez del animal, requiriendo un mayor consumo de alimento para lograr incrementos similares en el peso corporal (Usca et al., 2022).

Ahora bien, Jácome (2004) reporta que, al alimentar cuyes con forraje más concentrado, la conversión alimenticia es más eficiente, situándose entre 8 y 10. Lo cual es superior a lo obtenido en la presente investigación, donde N0 reporta valores medios de  $5.43 \pm 0.34$ . La diferencia en los resultados podría atribuirse a la superior digestibilidad y calidad nutricional tanto del forraje de alfalfa como del concentrado del presente estudio.

Por otro lado, los resultados obtenidos en esta investigación son diferentes a los reportados por López (2014), quien obtuvo una CA en base seca de 3.47 con una dieta mixta que incluía palmiste. Este dato es inferior en 1.91 con respecto a N1 que a su vez fue el más eficiente. Esta diferencia puede deberse a que dicho autor trabajó con cuyes castrados, lo que redujo los niveles

hormonales de testosterona, convirtiéndolos en animales más dóciles, con menor actividad física y estrés, produciendo mayor acumulación de grasa y la redistribución de la energía.

#### 4.4 Consumo de alimento semanal de cobayos CTA (kg)

La Tabla 21 muestra el análisis de varianza (ADEVA) con datos transformados para la variable consumo de alimento (kg), la cual indica que no hubo interacción entre las fuentes de variación Semana: Nivel ( $p=0.9783$ ). Sin embargo, existe diferencia significativa para los factores evaluados independientemente Semana ( $p<0.0001$ ) y Nivel ( $p=0.9859$ ).

**Tabla 21**

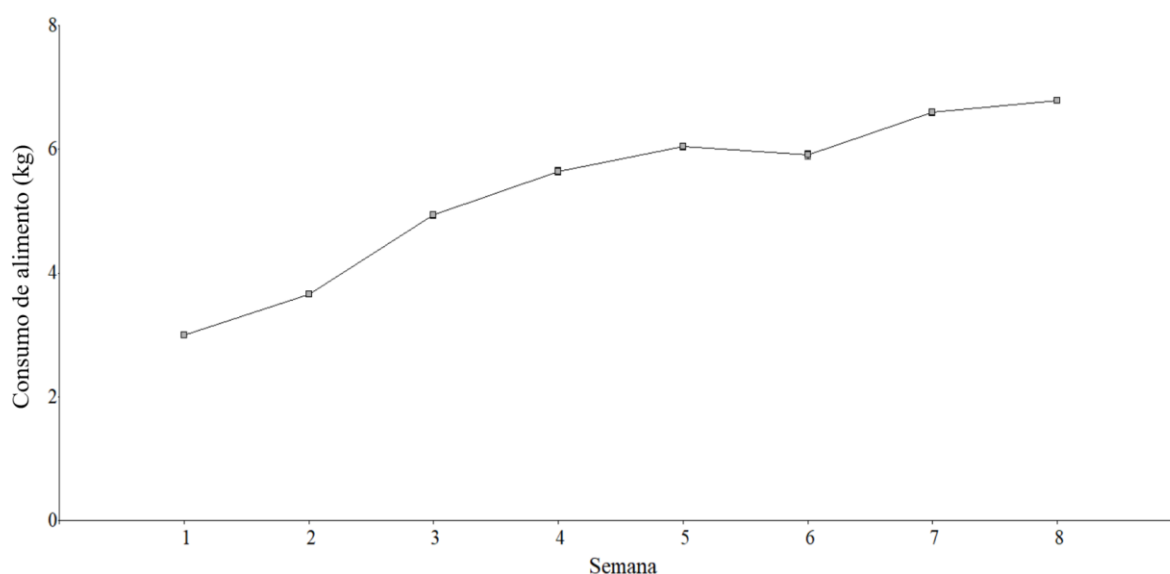
*ADEVA de la variable CTA en cobayos en fase de crecimiento-engorde.*

Fuente de Variación	Grados de libertad	p valor
Semana	7	<0.0001
Nivel	3	0.9859
Semana: Nivel	21	0.9783

El consumo de alimento presentado en la Figura 16 mostró una tendencia creciente a lo largo del experimento, con incrementos semanales significativos que oscilaron entre 0.4 y 0.71 kg. El mayor aumento se registró en la semana 3, con 1.27 kg de consumo de alimento. Cabe destacar que la semana 6 fue la única que mostró una reducción en el consumo, con 0.13 kg menos que la semana 5. Además, al culminar el período experimental de 8 semanas, el consumo de alimento alcanzó un incremento total del 226 % respecto a la semana inicial, evidenciando un aumento sustancial en la ingesta a lo largo del tiempo.

**Figura 16**

*Consumo de alimento (kg) semanal de cobayos en fase de crecimiento-engorde.*



Los resultados obtenidos guardan relación con el estudio de Figueroa y Palma (2006) quienes evaluaron diferentes concentraciones de aceite de palma en la dieta de cuyes. Sus hallazgos mostraron un consumo total de 3.74 kg con un concentrado que contenía 4 % de aceite de palma. En contraste, en la presente investigación el Nivel 0, con una proporción similar de aceite, superó este consumo en 0.56 kg. Esta diferencia puede atribuirse a diversos factores como la calidad del forraje, la granulometría y la palatabilidad del concentrado.

Por otro lado, al contrastar los presentes resultados con Canchignia (2012), quien evaluó diferentes niveles de inclusión de palmiste (0, 3, 6, 9 y 12 %), observó diferencias en el consumo total. Su tratamiento más exitoso, con 9% de palmiste, alcanzó un consumo de 4.99 kg por animal durante las etapas de crecimiento-engorde; mientras que, en la presente investigación, el Nivel 2 registró un consumo menor en 0.68 kg.

Esta variación puede atribuirse a dos factores principales. En primer lugar, la composición por sexo de los grupos experimentales, donde la presente investigación trabajó exclusivamente con machos, mientras que en el estudio mencionado se utilizó una proporción equitativa de machos y hembras (50 % cada uno). En segundo lugar, la duración de los períodos experimentales, siendo de 56 días en la presente investigación, en contraste con los 99 días del estudio comparado.

#### **4.5 Porcentaje de desperdicio de alimento semanal de cobayos (DAT %)**

La Tabla 22 detalla los resultados del análisis estadístico ADEVA con datos transformados para la variable porcentaje de desperdicio, donde no se encontró interacción entre las fuentes de variación el Semana: Nivel ( $p=0.9999$ ). Sin embargo, al evaluar los factores por separado se encontraron diferencias significativas en sus resultados Semana ( $p<0.0001$ ) y Nivel ( $p=0.3804$ ).

**Tabla 22**

*ADEVA de la variable %DAT en cobayos en fase de crecimiento-engorde.*

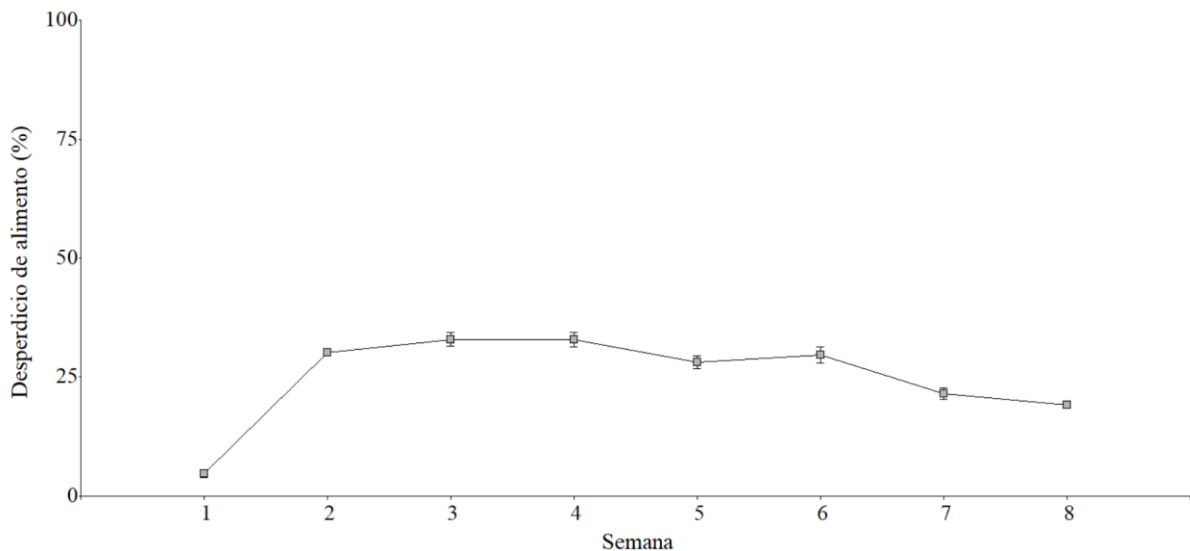
<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>p valor</b>
Semana	7	<0.0001
Nivel	3	0.3804
Semana: Nivel	21	0.9999

La Figura 17, muestra el comportamiento en el tiempo de la variable DTA %, en donde se observa que, si bien existe diferencias significativas, también existe similitudes entre las semanas 3 y 4, y las semanas 2 y 6 con promedios de 29.9 % y 32.8 % respectivamente. Además,

se puede indicar que la semana 2 marcó un incremento notable en el desperdicio de alimento con respecto a la semana 1 significando en un aumento del 25.48 %, alcanzando el punto máximo de desperdicio en la semana 3. A partir de este pico, se observó un patrón estable de %DTA con tendencia a disminuir.

### Figura 17

*Porcentaje de desperdicio de alimento semanal de cobayos en fase de crecimiento-engorde.*



Los resultados observados están respaldados por el estudio de Tenelema (2016), quien identificó que el desperdicio es una característica frecuente en dietas mixtas, influenciada por el manejo, especialmente al utilizar un sistema de pozas, donde los animales tienden a pisotear el forraje ofrecido, lo que puede generar desperdicios diarios de hasta el 50 %. Esta observación coincide con los hallazgos reportados en la presente investigación, donde el desperdicio máximo se registró en la semana 3 con 32 %.

Por otro lado, al contrastar los resultados obtenidos con la investigación de Figueroa y Palma (2006) se encontraron resultados similares entre sí, donde al incluir 4 % de aceite de palma en el concentrado resultó en un promedio del 27.74 %; mientras que, en el presente estudio llegó al 24.72 % de desperdicio para el Nivel 0 (3 % de aceite de palma). La diferencia entre las dos investigaciones puede atribuirse debido a que el primero reportó desperdicio tanto en el forraje como en el concentrado, mientras que en el segundo caso fue solo del forraje.

Este comportamiento se puede basar en la evidencia aportada por Figueroa y Palma (2006), quienes señalan que las grasas ofrecen ventajas que van más allá de lo estrictamente nutricional, ya que son fundamentales para reducir los residuos (polvo) en los alimentos concentrados,

mejorar su textura y estructura, lo que a su vez incrementa su palatabilidad y por ende reduce el desperdicio.

#### **4.6 Porcentaje de mortalidad en cobayos (%)**

Al concluir la fase experimental del proyecto en la semana 8, no se observó mortalidad en los niveles de estudio (Tabla 23), presentando un porcentaje de mortalidad final de 0 %, lo que sugeriría que la inclusión de harina de palma en las diferentes concentraciones de este estudio no causa efectos adversos sobre la salud de los cuyes.

**Tabla 23**

*Porcentaje de mortalidad en cobayos alimentados con 4 niveles de inclusión de harina de palma (HPA) en fase de crecimiento-engorde.*

<b>Nivel</b>	<b>Nivel de inclusión HPA (%)</b>	<b>Mortalidad (%)</b>
N0	0	0
N1	5	0
N2	10	0
N3	15	0

La tasa de mortalidad es un indicador crucial en la evaluación de la seguridad y eficacia de las dietas empleadas en la alimentación de cuyes. Así, por ejemplo, en la investigación realizada por René (2012), quien no registró muertes en ninguno de los niveles de inclusión de torta de palmiste demostrando que estos subproductos no afectan negativamente el comportamiento biológico de los animales, al menos en los porcentajes utilizados.

Finalmente, Peña (2020) señala que, al no existir mortalidad, los niveles de inclusión de subproductos de palma al 5 %, 10 %, y 15 % son adecuados y seguros para la formulación de dietas concentradas para cuyes. Esto no solo mejora la eficiencia alimentaria, sino que también mantiene la salud y el bienestar de los animales.

#### **4.7 Estado sanitario (dermatitis) porcentaje (%)**

Los resultados de la prueba de Friedman, que evalúa diferencias entre grupos en datos no paramétricos, indican que no existen diferencias significativas entre las medianas de los niveles ( $p= 0.0701$ ) (Tabla 24).

#### **Tabla 24**

*Prueba Friedman para análisis de varianza de la variable estado sanitario en cobayos en fase de crecimiento-engorde.*

<b>N0</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>	<b>Valor T<sup>2</sup></b>	<b>p valor</b>
3.5	2.17	2.17	2.17	4	0.0701

La Tabla 25 muestra los resultados sanitarios de la fase experimental, en donde el Nivel 0 registro un total de 3 animales con presencia de enfermedades dérmicas (sarna), lo que corresponde al 10 % de animales infectados. En contraste, los Niveles 1, 2 y 3 no presentaron animales contagiados, representando el 0 %.

#### **Tabla 25**

*Porcentaje de incidencia de dermatitis en cobayos alimentados con 4 niveles de inclusión de harina de palma (HPA) en fase de crecimiento-engorde.*

<b>Nivel</b>	<b>Nivel de Inclusión de HPA (%)</b>	<b>Estado sanitario (%)</b>
N0	0	10
N1	5	0
N2	10	0
N3	15	0

En este caso, los resultados son similares a los reportados por Cartagena (2016), quien al incluir 2 % de aceite de palma en el concentrado presentó un 10% de incidencia de dermatitis en cuyes, con lesiones severas que cubrían gran parte del cuerpo, causando pérdida de pelo y estaban acompañadas de costras con sangre. De igual manera en la presente investigación el Nivel 0 (3 % de aceite de palma) mostró un 10 % de incidencia de enfermedades dérmicas, aunque las lesiones fueron moderadas, pero en este caso, las lesiones fueron moderadas, con mínima pérdida de pelo, tamaño reducido y localizadas en zonas específicas (alrededor de los ojos y la zona lumbar).

Esta diferencia en las lesiones puede deberse a la deficiencia de grasa ya que según González (2016) es necesario incluir al menos 3 % de grasa en los concentrados para evitar retraso en el crecimiento, dermatitis, úlceras en la piel, crecimiento deficiente y caída de pelo, llegando hasta la muerte de los animales.

#### **4.8 Relación Beneficio/Costo**

La Tabla 26, muestra la evaluación económica de los niveles estudiados, revelando diferencias en los ingresos obtenidos para cada tratamiento. Los individuos de los Niveles 0 y 1, alcanzaron el peso (1190 g y 1200 g) y fueron vendidos a un precio unitario de 9 USD, generando un

ingreso total de 270 USD por tratamiento. Sin embargo, en el Nivel 2, los animales alcanzaron un peso de 1150 g, lo que resultó en una reducción del precio de venta a 8.5 USD por unidad, generando un ingreso total de 255 USD. Finalmente, en el Nivel 3 los individuos llegaron a un peso de 1100 g, con un precio de venta a 8 USD por unidad, resultando en un ingreso total de 240 USD.

**Tabla 26**

*Beneficio/costo de la producción de cobayos en cada dieta evaluada.*

<b>Tratamientos</b>	<b>N0</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>	<b>N3</b>
<b>Ingresos</b>				
Cuyes en pie	270	270	255	240
<b>Total, de ingresos (USD)</b>	270	270	255	240
<b>Egresos</b>				
Animales destetados	90	90	90	90
Alfalfa	19.51	19.51	19.51	19.51
Concentrados	32.87	31.55	30.34	29.2
Instalaciones	9.33	9.33	9.33	9.33
Comederos	3	3	3	3
Sanidad	8.175	8.175	8.175	8.175
Agua	6	6	6	6
Mano de obra	4.5	4.5	4.5	4.5
<b>Total, de egresos (USD)</b>	173.39	172.07	170.86	169.72
<b>Beneficio/Costo</b>	1.55	1.56	1.49	1.41

En este sentido, la mayor rentabilidad económica, según el indicador beneficio costo<sup>-1</sup>, correspondió al tratamiento N1 presentando que por cada dólar invertido se obtiene un beneficio de 56 centavos de dólar. Le siguió N0, generando 55 centavos de beneficio por cada dólar invertido; N2 produciendo 49 centavos de beneficio por dólar invertido; y finalmente, N3 resultando en una ganancia de 41 centavos por cada dólar invertido.

Estos resultados sugieren que la utilización de harina de palma al 5 % es similar al concentrado convencional, quien pese a tener un centavo de diferencia es una opción interesante para reducir costos ya que a gran escala este valor puede ser significativo. Por otro lado, el costo por kg de concentrado en cada caso fue de 0.56 para N0, 0.54 USD para N1, 0.52 USD para N2 y finalmente N3 con un valor de 0.5 USD.

Aunque N3 resultó ser el más económico en términos de costo por kilogramo, es importante destacar que los animales en este tratamiento no alcanzaron el peso ideal para la venta en el tiempo estimado, lo que conlleva a la reducción en el precio de venta de los animales, en donde

para lograr el peso objetivo, sería necesario mantener a los animales en la fase de engorde una semana más, lo que a gran no es económicamente beneficiosa, ya que implica costos adicionales en forraje y manejo que podrían anular el ahorro inicial en el concentrado.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Tras el desarrollo de la investigación, se determinó que:

- La inclusión de harina de *Elaeis guineensis* en el concentrado no influyó en los rendimientos zootécnicos de los cobayos en la fase de crecimiento y engorde.
- La harina de palma no generó efectos tóxicos en la salud de los animales de estudio.
- El nivel 1 fue el más rentable económicamente, con una superioridad de 1 centavo por cada dólar invertido. Aunque la diferencia es mínima, este resultado resalta su viabilidad económica como una alternativa competitiva en sistemas productivos a gran escala.

#### 5.2 Recomendaciones

- Desarrollar investigaciones en las que la harina de palma africana se utilice como fuente de fibra con el fin de evaluar su potencial como ingrediente multifuncional en la dieta de los cobayos.
- Explorar alternativas en la formulación de balanceados, considerando el uso de otras materias primas con aporte energético, para reemplazar el aceite de palma y optimizar la dieta de los cobayos de manera sostenible.
- Realizar seguimiento del consumo de agua en los diferentes niveles de inclusión de harina de palma africana para determinar las tasas de consumo y su posible relación con los parámetros productivos de los cobayos.
- Llevar a cabo investigaciones adicionales en cobayos hembras y machos castrados para evaluar si existen diferencias en los parámetros productivos según el género y manejo.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS

- Aceijas, L. (2014). *Efecto del tipo de alimento y sexo sobre el comportamiento productivo, características de la carcasa y calidad de la carne del cuy (Cavia porcellus) en la provincia de Cajamarca* [Tesis para obtener el título de doctorado en producción animal, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio digital UNC.  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1953/TESIS%20DOCTORAL%20ACEIJAS%20PAJARES%20LUIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Agudelo, J. (2014). *Metaanálisis: eficiencia productiva en cerdos de levante alimentados con materias primas alternativas de países tropicales* [Tesis para obtener el título de especialista en nutrición animal, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio digital UNAD.  
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2816/43207176.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador 2008*.  
[https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador\\_act\\_ene-2021.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf)
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2009). *Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria*. <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-04/LEY%20ORG%20DEL%20R%20GIMEN%20DE%20LA%20SOBERAN%20ALIMENTARIA%20-%20LORSA.pdf>
- Aulestia, P., y Medina, D. (2023). Balanceado para cuyes de engorde con palmiste y aceite rojo de palma. *Revista Recursos Naturales Producción y Sostenibilidad*, 2(1), 48–59.  
<http://190.15.139.149/index.php/RENPIYS/article/view/482>
- Barragán, W., Mestra, L., Portilla, D., Mejía, J., & Hernández, R. (2020). Efecto de subproductos de palma africana en la producción y calidad de leche bovina en el sur del departamento del Atlántico, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(2), 1-15. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num2\\_art:1132](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num2_art:1132)
- Baryeh, E. (2001). Effects of palm oil processing parameters on yield. *Journal of Food Engineering*, 48(1), 1–6. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00137-0](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00137-0)

- Cadena, S. (2005). *Crianza cacera y comercialización de cuyes*. Editorial MAG.
- Camacho, S., Castrejón, D., Silva, D., y Pineda, O. (2022). *Impactos de la palma africana en Ecuador*. PODER. [https://poderlatam.org/wp-content/uploads/2022/07/Informe\\_TOA.pdf](https://poderlatam.org/wp-content/uploads/2022/07/Informe_TOA.pdf)
- Canchignia, T. (2012). *Probióticos Lactinia (BG2210138) Más Enzimas (SSF) en Dietas a Base de Palmiste en Crecimiento Engorde de Cuyes Mejorados*. [Tesis para obtener el título de ingeniera zootecnista, Escuela superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio digital ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2148>
- Canchila, E., Rodríguez, J., Corredor, R., y Navarro, U. (2018). Harinas de forrajeras leñosas y fruto de palma en la dieta de pollos de engorde. *Pastos y Forrajes*, 41(4), 287–291. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v41n4/pyf08418.pdf>
- Cartagena, J. (2016). *Uso de tres fuentes de aceite en la alimentación de cuyes (cavia porcellus l.)* [Tesis para obtener título de ingeniero zootecnista, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional UNAS. <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/0f3d0089-f8c3-44c1-8eeb-194e6a895c5b/content>
- Castro, W. (2014). *Efecto del uso de diferentes niveles de torta de palmiste (Elaeis guineensis) sobre el comportamiento productivo de cuyes (Cavia porcellus) en crecimiento en la provincia Arequipa* [Tesis para obtener el título de médico veterinario zootecnista, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio institucional UCSM. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b1d48ac6-8e7e-4307-bb6d-a4a9c46ddd72/content>
- Chauca, L. (1997). *Producción de Cuyes (Cavia Porcellus) (130th ed.)*. FAO. [https://books.google.com.ec/books?id=VxLVzsZ5HWcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=VxLVzsZ5HWcC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Collado, K. (2016). *Ganancia de peso en cuyes machos (Cavia porcellus), post destete de la raza Perú, con tres tipos de alimento–balanceado–mixta–testigo (alfalfa) en Abancay*. [Tesis para obtener título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio digital UTEA. <https://repositorio.utea.edu.pe/items/155e782a-fe03-4615-8dba-b6158ec50ad0>

- Corley, R., & Tinker, P. (2016). *The oil palm* (5th ed.). Wiley Backwell.  
<https://doi.org/10.1002/9781118953297.fmatter>
- Escobar, F., Ruiz, A., Hinojosa, R., De la cruz, N., y Ruiz, D. (2023). Efecto de la edad sobre el peso y rendimiento de la canal y masa muscular en cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento y engorde. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 10(1), 39–51.  
<https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2023.100100039>
- Escobar, G., & Sanz, O. R. (1987). Reseña descriptiva de la explotación del cuy *Cavia porcellus*. *Acta Agronómica*, 37(4), 84–88.  
[https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/15338](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/15338)
- Espinoza, M., Carhuaricra, D., Maturrano, A., Rosadio, R., y Luna, L. (2023). Efecto de la administración oral de estreptomycin en la mortalidad de cuyes inoculados con una cepa virulenta de *Salmonella Typhimurium*. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 34(1). <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.24592>
- Estupiñán, E. (2003). *Crianza y manejo de cuyes experiencia en el centro experimental de Salache*. FAO.
- FAO. (2009). *Producción de cuyes (Cavia porcellus) en los países andinos*. FAO.  
<https://www.fao.org/4/v6200t/v6200T05.htm>
- FEDNA. (2011). Composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos. In *FEDNA*.
- Figueroa, N., y Palma, P. (2006). *Utilización de diferentes niveles de aceite de palma africana (Elaeis guineensis J) en dietas para cuyes en las fases de crecimiento y engorde* [Tesis para obtener el título en zootecnia, Universidad de Nariño]. Repositorio digital UDENAR. <https://sired.udenar.edu.co/12477/1/69462.pdf>
- GADMU. (2019). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial san miguel de Urcuquí*. <http://www.imbabura.gob.ec/phocadownloadpap/K-Planes-programas/PDOT/Parroquial/PDOT%20SAN%20BLAS.pdf>
- González, M. (2016). Patologías dermatológicas de origen nutricional en los pequeños animales. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 11(2), 82–102.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5854089&info=resumen&idioma=ENG>

- Huaman, D., Huayhua, J., Acosta, E., & Palomino, W. (2021). Comportamiento productivo en cuyes (*Cavia porcellus*) machos raza Perú bajo el efecto de tres sistemas de alimentación, criados en condiciones de valles interandinos del Perú. *Agroindustrial Science*, 11(2), 179–183. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.02.07>
- INEC. (2021). Censo Nacional Agropecuario 2020. *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>
- IGM. (2011). Geoportal geográfico. *Instituto geográfico militar*. <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>
- Jácome, V. (2004). *Cría y mejora de cuyes, un modelo familiar tecnificado*. Instituto Tecnológico Agropecuario.
- López, W. (2014). Inmunocastración en cuyes (*Cavia porcellus*) a diferentes dosis y edades [Tesis para obtener el título de zootecnista, Escuela Superior Politécnica del Carchi]. Repositorio Institucional UPEC. [http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/385/2/233%20ART% c3% 8dCULO%20CIENTIFICO.pdf](http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/385/2/233%20ART%c3%8dCULO%20CIENTIFICO.pdf)
- MAG. (2020). *Informe estadístico agropecuario 2020*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Martínez, Y., Bonilla, L., Sevilla, M., Matamoros, I., Botello, A., & Valdivié, M. (2021). Effect of palm kernel (*Elaeis guineensis*) meal on laying, egg quality and economic feasibility of old laying hens. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(2), 1-10. <https://orcid.org/0000-0001-6709-2104>
- Mélida, P. (2009). *Bioseguridad en la crianza y manejo de cuyes (Cavia porcellus)*. Universidad Central del Ecuador.
- Mendoza, M. (2015). *Evaluación fenotípica y comportamiento productivo de Cavia porcellus (Cuyes) de acuerdo al color desde el nacimiento hasta el inicio de la vida reproductiva para la parroquia de Guaytacama* [Tesis para obtener el título de ingeniera zootecnista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio digital ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5230>

- Moncayo, H. (2012). *Evaluación de los niveles de zeolita en la alimentación de cuyes peruanos mejorados en la etapa de engorde en la quinta “la fase” del cantón Mocache*. [Tesis para obtener el título de ingeniero agropecuario, Universidad Nacional de Quevedo]. Repositorio digital UTEQ.  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/518/1/T-UTEQ-0066.pdf>
- Pareja, M. (2012). *Niveles de palmiste en la alimentación de cuyes peruanos mejorados durante el periodo de crecimiento y engorde* [Tesis para obtener el título de grado de Ingeniería agropecuaria, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio digital UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c1a3305e-6689-47d5-aec0-7f9dc5f1fa81/content>
- Peña, A. (2020). *Evaluación de tres niveles de torta de palmiste (10%, 15% y 20%), como fuente de energía en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus), en las etapas de crecimiento y engorde en el centro académico Miraflores de la UNSM-T/FCA, región San Martín* [Tesis para obtener el título de médico veterinario, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional UNSM.  
<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/4150/1/MED.%20VETERINARIA%20-%20Alindor%20Pe%C3%B1a%20Garc%C3%ADa.pdf>
- Peña N., R. (2020). *Efecto de fuentes lipídicas en la productividad y calidad del huevo de gallinas Hy-Line Brown*. [Tesis doctoral, Escuela Agrícola Panamericana]. Repositorio digital Zamorano. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6805>
- René, M. (2012). *Niveles de palmiste en la alimentación de cuyes peruanos mejorados durante el periodo de crecimiento y engorde* [Tesis para obtener título de ingeniero agropecuario, Universidad Técnica estatal de Quevedo]. Repositorio digital UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c1a3305e-6689-47d5-aec0-7f9dc5f1fa81/content>
- Reyes, F., Aguiar, S., Enríquez, M. Á., y Uvidia, H. (2021). Análisis del manejo, producción y comercialización del cuy (*Cavia porcellus* L.) en Ecuador. *Dominio de Las Ciencias*, 7(6), 1004–1018. <http://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2377>
- Rincón, S., y Martínez, D. (2009). Análisis de las propiedades del aceite de palma en el desarrollo de su industria. *Palmas*, 30(2), 11–24.  
<https://doi.org/10.56866/ISSN.0121-2923>

- San Pedro, S. (2009). *Manual técnico de palma africana*. TechnoServe.  
[https://bibliotecadelbotanico.org/files/productos/1687896975\\_P\\_manualpalma.pdf](https://bibliotecadelbotanico.org/files/productos/1687896975_P_manualpalma.pdf)
- Sarria, J., Cántaro, J., y Cayetano, J. (2020). Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación. *Ciencia Tecnología y Agropecuaria*, 21(3). [https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL21\\_NUM3\\_ART:1437](https://doi.org/10.21930/RCTA.VOL21_NUM3_ART:1437)
- Sarria, J., & Solorzano, J. (2014). *Crianza, producción y comercialización de cuyes* (1st ed.). Editorial Macro.  
[https://ebooks.arnoaia.com/media/eb\\_0104/samples/9786123042424cap1-05.pdf](https://ebooks.arnoaia.com/media/eb_0104/samples/9786123042424cap1-05.pdf)
- Solier, L. (2016). *Niveles crecientes de harina de hígado comisado en los parámetros productivos en cuyes (Cavia porcellus) de engorde. Ayacucho-2015*. [Tesis para obtener el título de médico veterinario zootecnista, Escuela profesional de medicina veterinaria]. Repositorio institucional UNSCH.  
<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b50b179a-30b3-484c-bae6-593bdde5a825/content>
- Talavera, R. (1976). *Primer curso internacional de cuyes*. Huancayo Perú.
- Tenelema, M. (2016). *Influencia del manejo de la alimentación y del sexo sobre la calidad de la canal del Cavia porcellus* [Tesis para obtener el título de zootecnista, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio digital ESPOCH.  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5510>
- Tiuquinga, C. (2017). *Utilización de diferentes niveles de harina de Canna edulis (Achira) en la alimentación de cuyes en la etapa de gestación–lactancia* [Tesis de grado para obtener el título de Ingeniería zootecnista]. Repositorio digital ESPOCH.  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7754>
- Usca, J., Flores, L., Tello, L., y Navarro, M. (2022). *Manejo general en la cría del cuy*. ESPOCH. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2022-04-05-161827-Manejo%20general%20en%20la%20cria%20del%20cuy.pdf>
- Van Dam, J. (2016). Subproductos de la palma de aceite como materias primas de biomasa. *Palmas*, 37, 149–156.  
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11930/11923>

- Vargas, E., y Zumbado, M. (2003). Composición de los subproductos de la industrialización de la palma africana utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 27(1), 7–18. <https://www.redalyc.org/pdf/436/43627101.pdf>
- Vergara, V. (2009). *Avances en nutrición y alimentación de cuyes*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Vivas, J. (2013). *Especies Alternativas: Manual de crianza de cobayos (Cavia porcellus)*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/2472/>
- Zumbado, M., Madrigal, S., y Marín, M. (1992). Composición y valor nutricional del palmiste o coquito integral de palma africana (*Elaeis guineensis*) en pollos de engorde. *Agronomía Costarricense*, 16, 83–89. [https://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v16n01\\_083.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_agr/v16n01_083.pdf)
- Zurita, J. (2019). *Evaluación de niveles de harina de bagazo de caña de azúcar en cuyes (cavia porcellus) en inicio y crecimiento*. [Tesis para obtener el título de maestra en ciencias, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio digital UNITRU. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/aa77299b-f64c-4506-bdbc-404dd17b9400/content>

# ANEXOS

## Anexo 1

*Preparación de instalaciones.*



## Anexo 5

*Sistema de alimentación.*



## Anexo 2

*Fabricación de concentrados.*



## Anexo 6

*Pesaje semanal de los individuos.*



## Anexo 3

*Selección y distribución de los animales.*



## Anexo 7

*Obtención de materia seca del forraje.*



## Anexo 4

*Control Sanitario.*



## Anexo 8

*Control de enfermedades dérmicas.*



## Anexo 9

*Costo de producción del Nivel 0 (0% harina de palma).*

<b>N0</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Total (USD)</b>
<b>Ingresos</b>				
Cuyes en pie	Animales	30	9	270
<b>Total, de ingresos (USD)</b>				270
<b>Egresos</b>				
Cuyes destetados	Animales	30	3	90.00
Alfalfa	Kilogramos	557.5	0.035	19.51
Agua	Litros	30	0.2	6.00
Concentrado				
Morochillo	Kilogramos	21.47	0.47	10.09
Soya	Kilogramos	14.12	0.77	10.87
Polvillo de arroz	Kilogramos	16.95	0.27	4.58
Aceite de palma	Kilogramos	2.26	1.6	3.62
Harina de palma	Kilogramos	0	0.35	0.00
Melaza	Kilogramos	1.69	0.4	0.68
Protaz	Gramos	423	0.00316	1.34
Larvasol	Gramos	5.6	0.019	0.11
Sal mineral	Gramos	282.53	0.0008	0.23
Betaina	Gramos	45.2	0.004	0.18
Lisina	Gramos	67.8	0.002	0.14
Atrapante de hongos	Gramos	141.26	0.00312	0.44
Vitaminas	Gramos	282.5	0.00215	0.61
Instalaciones				
Pozas de cemento	Pozas	0.75	1.25	0.93
Subdivisión de pozas	Madera	6	1.4	8.40
Sanidad				
Aserrín	Kilogramos	27	0.05	1.35
Diclorvos	Mililitros	112.5	0.054	6.08
Clotrimazol 1%	Unidad	1	0.75	0.75
Comederos	Unidad	3	1	3.00
Mano de obra	Minutos	150	0.03	4.50
<b>Total, de egresos (USD)</b>				173.38
<b>Beneficio/Costo</b>				1.557

## Anexo 10

Costo de producción del Nivel 1 (5% harina de palma).

<b>N1</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Total (USD)</b>
<b>Ingresos</b>				
Cuyes en pie	Animales	30	9	270
<b>Total, de ingresos (USD)</b>				270
<b>Egresos</b>				
Cuyes destetados	Animales	30	3	90.00
Alfalfa	Kilogramos	557.5	0.035	19.51
Agua	Litros	30	0.2	6.00
<b>Concentrado</b>				
Morochillo	Kilogramos	20.71	0.47	9.73
Soya	Kilogramos	13.62	0.77	10.49
Polvillo de arroz	Kilogramos	16.35	0.27	4.41
Aceite de palma	Kilogramos	1.49	1.6	2.38
Harina de palma	Kilogramos	2.72	0.35	0.95
Melaza	Kilogramos	1.63	0.4	0.65
Protaz	Gramos	408.8	0.00316	1.29
Larvasol	Gramos	5.45	0.019	0.10
Sal mineral	Gramos	272.53	0.0008	0.22
Betaina	Gramos	43.6	0.004	0.17
Lisina	Gramos	65.4	0.002	0.13
Atrapante de hongos	Gramos	136.26	0.00312	0.43
Vitaminas	Gramos	272.53	0.00215	0.59
<b>Instalaciones</b>				
Pozas de cemento	Pozas	0.75	1.25	0.94
Subdivisión de pozas	Madera	6	1.4	8.40
<b>Sanidad</b>				
Aserrín	Kilogramos	27	0.05	1.35
Diclorvos	Mililitros	112.5	0.054	6.08
Clotrimazol 1%	Unidad	1	0.75	0.75
Comederos	Unidad	1	3	3.00
Mano de obra	Minutos	150	0.03	4.50
<b>Total, de egresos (USD)</b>				172.08
<b>Beneficio/Costo</b>				1.569

## Anexo 11

Costo de producción del Nivel 2 (10% harina de palma).

<b>N2</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Total (USD)</b>
<b>Ingresos</b>				
Cuyes en pie	Animales	30	8.5	255
<b>Total, de ingresos (USD)</b>				255
<b>Egresos</b>				
Cuyes destetados	Animales	30	3	90.00
Alfalfa	Kilogramos	557.5	0.035	19.51
Agua	Litros	30	0.2	6.00
<b>Concentrado</b>				
Morochillo	Kilogramos	20	0.47	9.40
Soya	Kilogramos	13.16	0.77	10.13
Polvillo de arroz	Kilogramos	15.79	0.27	4.26
Aceite de palma	Kilogramos	0.78	1.6	1.25
Harina de palma	Kilogramos	5.26	0.35	1.84
Melaza	Kilogramos	1.57	0.4	0.63
Protaz	Gramos	394.8	0.00316	1.25
Larvasol	Gramos	5.26	0.019	0.10
Sal mineral	Gramos	263.21	0.0008	0.21
Betaina	Gramos	42.11	0.004	0.17
Lisina	Gramos	63.17	0.002	0.13
Atrapante de hongos	Gramos	131.6	0.00312	0.41
Vitaminas	Gramos	263.21	0.00215	0.57
<b>Instalaciones</b>				
Pozas de cemento	Pozas	0.75	1.25	0.94
Subdivisión de pozas	Madera	6	1.4	8.40
<b>Sanidad</b>				
Aserrín	Kilogramos	27	0.05	1.4
Diclorvos	Mililitros	112.5	0.054	6.1
Clotrimazol 1%	Unidad	1	0.75	0.75
Comederos	Unidad	3	1	3.0
Mano de obra	Minutos	150	0.03	4.5
<b>Total, de egresos (USD)</b>				170.87
<b>Beneficio/Costo</b>				1.492

## Anexo 12

Costo de producción del Nivel 3 (15% harina de palma).

<b>N3</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Total (USD)</b>
<b>Ingresos</b>				
Cuyes en pie	Animales	30	8	240
<b>Total, de ingresos (USD)</b>				240
<b>Egresos</b>				
Cuyes destetados	Animales	30	3	90.00
Alfalfa	Kilogramos	557.5	0.035	19.51
Agua	Litros	30	0.2	6.00
<b>Concentrado</b>				
Morochillo	Kilogramos	19.34	0.47	9.09
Soya	Kilogramos	12.72	0.77	9.79
Polvillo de arroz	Kilogramos	15.27	0.27	4.12
Aceite de palma	Kilogramos	0.12	1.6	0.19
Harina de palma	Kilogramos	7.6	0.35	2.66
Melaza	Kilogramos	1.52	0.4	0.61
Protaz	Gramos	381.77	0.00316	1.21
Larvasol	Gramos	5.09	0.019	0.10
Sal mineral	Gramos	254.5	0.0008	0.20
Betaina	Gramos	40.72	0.004	0.16
Lisina	Gramos	61.08	0.002	0.12
Atrapante de hongos	Gramos	127.25	0.00312	0.40
Vitaminas	Gramos	254.51	0.00215	0.55
<b>Instalaciones</b>				
Pozas de cemento	Pozas	0.75	1.25	0.94
Subdivisión de pozas	Madera	6	1.4	8.40
<b>Sanidad</b>				
Aserrín	Kilogramos	27	0.05	1.35
Diclorvos	Mililitros	112.5	0.054	6.08
Clotrimazol 1%	Unidad	1	0.75	0.75
Comederos	Unidad	3	1	3.00
Mano de obra	Minutos	150	0.03	4.50
<b>Total, de egresos (USD)</b>				169.73
<b>Beneficio/Costo</b>				1.414