



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**Extensión en El Carmen**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**  
Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de noviembre 13 de 1985

**Proyecto de Investigación**

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA AGROPECUARIA

**“Implementación de un sistema de peletización en la producción de  
alimento para pollos camperos”**

**Autora:**

Mecias Acosta Angelica Maria

**Tutora:**

Ing. Janeth Rocio Jácome Gómez, Mg. PhD

EL Carmen- Manabí – Ecuador

10 de septiembre del 2025

	<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b> <b>CERTIFICADO DE TUTOR(A)</b>	<b>CÓDIGO:</b> PAT-04-F-004
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	<b>REVISIÓN:</b> 1 Página 1 de 2

## CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Mecias Acosta Angelica Maria**, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es **“Implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para pollos camperos”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 8 de agosto del 2025.

Lo certifico,



Ing. Janeth Rocio Jácome Gómez, Mg. PhD

**Docente Tutor**

**Área:** Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ  
EXTENSIÓN EN EL CARMEN**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TÍTULO:**

**“Implementación de un sistema de peletización en la producción de alimento para pollos  
camperos”**

**AUTORA:** Mecías Acosta Angélica María

**TUTORA:** Ing. Janeth Rocío Jácome Gómez, Mg. PhD

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

MIEMBRO Ing. Tacuri Troya Elizabeth, Mg.



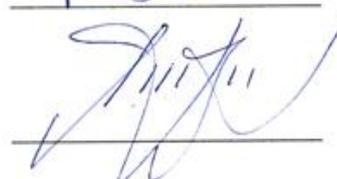
A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Elizabeth Tacuri', written over a horizontal line.

MIEMBRO Ing. Cedeño Zambrano José Randy Mg.



A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'José Randy Cedeño', written over a horizontal line.

MIEMBRO Dr. López Mejía Francel Xavier, PhD.

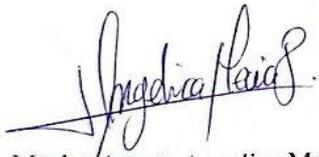


A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Francel Xavier López', written over a horizontal line.

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Mecias Acosta Angelica María** con cédula de ciudadanía **131362878-4** estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados en las aplicaciones de los diferentes instrumentos de investigación que están resumidos en las recomendaciones con el tema **“Implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para pollos camperos”**, son información exclusiva de su autora, apoyados por el criterio de profesionales de diferentes indoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen.

Atentamente,



Mecias Acosta Angelica María

El Carmen, 08 de agosto del 2025

## **DEDICATORIA**

"El secreto de salir adelante es comenzar." – **Mark Twain**

A Dios, por ser mi guía y fuente de sabiduría gracias por iluminar mi mente, por fortalecerme en cada desafío y por mostrarme el camino a seguir.

A mi querido esposo, Henry Mendoza cuya amorosa paciencia y constante apoyo han sido mi mayor fuente de fortaleza durante este viaje académico tu comprensión y aliento inquebrantable me han impulsado a superar cada obstáculo con determinación y esperanza.

A mi madre, Dolores Acosta por ser mi pilar de sabiduría y amor incondicional tu fe en mí y tus valiosos consejos han sido el faro que me ha guiado en cada etapa de este proceso.

A mis hijos, Maylen y Leodan que con su amor y alegría han dado un significado profundo a cada momento de esfuerzo y dedicación que este esfuerzo sea un ejemplo de que los sueños se cumplen con dedicación y amor.

Con todo mi cariño y gratitud,

*Angélica María*

## AGRADECIMIENTO

"No es lo que miras lo que importa, es lo que ves." – **Henry David Thoreau**

A Dios, mi guía y fortaleza por ser la luz que iluminó mi camino y el refugio en cada momento de dificultad.

A mi esposo, Henry Mendoza por su amor incondicional, paciencia y fe en mí, incluso cuando mis fuerzas parecían agotarse tu apoyo ha sido el pilar que me sostuvo y la motivación que me impulsó a seguir.

A mi madre, Dolores Acosta por su amor infinito por enseñarme que la perseverancia y el esfuerzo son la llave de los sueños cumplidos gracias por creer en mí en todo momento.

A toda mi familia, por cada palabra de ánimo cada gesto de apoyo y por acompañarme aun en silencio en este camino.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, por brindarme el espacio donde pude fortalecer mis conocimientos, desarrollar mis habilidades y crecer como persona y profesional.

A todos ustedes, gracias de corazón este logro es tanto mío como de ustedes.

Con todo mi cariño y gratitud,

*Angélica María*

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN .....	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación.....	3
Objetivos .....	4
Hipótesis de la investigación.....	4
CAPÍTULO I.....	5
METODOLOGIA .....	5
1.1. Localización de la investigación .....	5
1.1. Caracterización meteorológica de la zona.....	5
1.2. Materiales y equipos.....	5
1.3. Variables.....	6
1.3.1. Variables independientes.....	6
1.3.2. Variables dependientes.....	6
1.4. Métodos.....	6
1.4.1. Método analítico.....	6
1.5. Manejo de la investigación.....	6
1.6. Procedimiento.....	7
1.6.1. Implementación del equipo de peletización .....	7
CAPÍTULO II .....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. El sector avícola en Ecuador .....	8

2.2.	Avicultura campera .....	8
2.2.1.	Genética del pollo campero.....	9
2.2.2.	Características diferenciales entre fenotipos de pollos camperos .....	10
2.3.	Alimentación en pollos camperos .....	10
2.4.	Etapas de alimentación balanceado en pollos camperos .....	12
2.4.1.	Balanceado pre-iniciador en pollos camperos.....	12
2.4.2.	Balanceado iniciador en pollos camperos .....	12
2.4.3.	Balanceado de engorde en pollos camperos.....	12
2.5.	Aditivos en balanceados para pollos camperos.....	13
2.6.	Estrategia de formulación del balanceado para pollos camperos.....	14
2.6.1.	Herramientas digitales y métodos accesibles para la formulación de dietas de procedencia vegetal en pollos camperos .....	14
2.7.	Uso de alimentos peletizado en pollos camperos.....	15
2.8.	Tamaño adecuado de los pellets en la alimentación de pollos camperos.....	15
2.9.	Ventajas del tamaño adecuado de los pellets en el alimento balanceado.....	16
2.10.	Función de las dietas balanceadas y la peletización en la producción de pollos camperos.....	16
2.11.	Estado del arte .....	18
CAPITULO III .....		20
DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....		20
3.1	Descripción del sistema de la peletizadora para el alimento balanceado en aves....	20
3.1.1	Implementación y caracterización técnica de un sistema de elaboración de alimento balanceado vegetal para pollos camperos en la Granja Experimental Río Suma .....	20
3.1.2	Formulación y elaboración de alimento balanceado vegetal para pollos camperos	22
3.2	Diseño y selección de tecnologías.....	24
3.3	Plan de implementación de la peletizada para la elaboración de alimento balanceado en pollos camperos .....	24

3.4	Resultados .....	25
3.4.1	Formulación de alimento balanceado con ingredientes vegetales y minerales para pollos camperos en etapa inicial de (1–21 días de edad) .....	25
3.4.2	Formulación de alimento balanceado para pollos camperos en etapa de crecimiento de (22–41 días edad) .....	26
3.4.3	Formulación de alimento balanceado para pollos camperos en etapa de acabado (42 días hasta el sacrificio) .....	27
3.4.4	Costos de formulación del alimento por etapa en pollos camperos .....	28
CAPÍTULO IV .....		31
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		31
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		XXXIII
ANEXOS .....		XXXVIII

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Características meteorológicas de la localidad.....	5
<b>Tabla 2.</b> Materiales utilizados en la elaboración y peletización de alimento balanceado vegetal para pollos camperos .....	6
<b>Tabla 3.</b> Guía básica para la cría de pollos camperos en avicultura familiar .....	10
<b>Tabla 4.</b> Alimentación para pollos camperos según fase del ciclo.....	11
<b>Tabla 5.</b> Composición de dieta balanceada peletizada para pollos camperos (porcentaje basado en 40 kg de peso total de la dieta) .....	13
<b>Tabla 6.</b> Desglose de gastos en equipos utilizados para la producción peletizada.....	21
<b>Tabla 7.</b> Ingredientes utilizados en la formulación del alimento balanceado .....	23
<b>Tabla 8.</b> Etapas y actividades del sistema de peletización 9KLP150 para alimento de pollos camperos (metas 21–18–17 % PB) .....	24
<b>Tabla 9.</b> <i>Fórmula para 100 libras de alimento para etapa inicial (1-21 día) en pollos camperos</i> .....	25
<b>Tabla 10.</b> <i>Fórmula para 100 libras de alimento balanceado para pollos camperos en etapa de crecimiento de (22–41 días edad)</i> .....	26
<b>Tabla 11.</b> <i>Fórmula para 100 libras de alimento balanceado para pollos camperos en etapa de acabado (42 días al finalizar)</i> .....	27
<b>Tabla 12.</b> Costos de los ingredientes del alimento balanceado vegetal para pollos camperos (por 45 kg comerciales) en etapa inicial.....	28
<b>Tabla 13.</b> Costos de los ingredientes del alimento balanceado vegetal para pollos camperos (por 45 kg comerciales) en etapa de engorde .....	28
<b>Tabla 14.</b> Costos de formulación del alimento balanceado vegetal para pollos camperos (por 40 kg comerciales) en etapa de finalización.....	29

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Ubicación de área avícola y planta de producción de balanceados .....	5
--	---

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> <i>Entrega de la implementación de la mezcladora para la elaboración de alimento balanceado</i> .....	XXXVIII
<b>Anexo 2.</b> <i>Acta de entrega de la implementación del sistema de peletización en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen</i> .....	XXXIX
<b>Anexo 3.</b> <i>Factura de adquisición de equipos para la formulación y procesamiento de alimento balanceado vegetal en la Granja Experimental Río Suma</i> .....	XLII
<b>Anexo 4.</b> <i>Ficha Técnica de la peletizadora</i> .....	XLIII
<b>Anexo 5.</b> <i>Cálculo del balance proteico utilizando el diagrama del cuadrado de Pearson para etapa inicial</i> .....	XLIII
<b>Anexo 6.</b> <i>Cálculo del balance proteico utilizando el diagrama del cuadrado de Pearson en etapa de crecimiento (29–57 días edad)</i> .....	XLIV
<b>Anexo 7.</b> <i>Cálculo del balance proteico utilizando el diagrama del cuadrado de Pearson en etapa de finalización (57 días al sacrificio)</i> .....	XLVI
<b>Anexo 8.</b> <i>Recepción de las materias primas Soya (a), afrecho de trigo (b), suplemento (c), aceite rojo (d), Vitaminas (e), achiote (f) y harina de maíz</i> .....	XLVII
<b>Anexo 9.</b> <i>Molienda de ingredientes</i> .....	XLIX
<b>Anexo 10.</b> <i>Mezclado de ingredientes y aditivos</i> .....	XLIX
<b>Anexo 11.</b> <i>Verificación del mezclado</i> .....	XLIX
<b>Anexo 12.</b> <i>Peletizado del alimento</i> .....	L
<b>Anexo 13.</b> <i>Recolección y enfriamiento de pellets</i> .....	L
<b>Anexo 14.</b> <i>Evaluación de parámetros físicos longitud y diámetro</i> .....	LI

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo implementar un sistema de peletización para la elaboración de alimento balanceado de origen vegetal destinado a pollos camperos, estructurado en tres fases nutricionales: inicial, crecimiento y acabado. Las formulaciones fueron desarrolladas mediante el método de Pearson, utilizando ingredientes vegetales y minerales disponibles localmente. En la fase de inicial, se elaboró un balanceado con 21 % de proteína bruta y  $\geq 3\ 100$  kcal de energía metabolizable (EM) por kilogramo, cumpliendo con los requerimientos nutricionales para pollitos de primera edad. El alimento fue procesado mediante peletización con pellets de 2 mm de diámetro, a partir de una molienda de 0.5 mm, lo que facilitaría el consumo. En la fase de crecimiento, se formuló un alimento con 18 % de proteína bruta y 3 000 kcal EM/kg, utilizando pellets de 3 mm y molienda de 0.8 mm, parámetros que se ajustan a lo recomendado en la literatura técnica. En la fase de acabado, desde los 42 días hasta el sacrificio, se diseñó un balanceado con 17 % de proteína y 3000 kcal EM/kg, empleando pellets de 3.5 mm y una molienda de 0.9 mm. En todas las etapas se incorporó achiote (*Bixa orellana* L.) al 0.5 % como aditivo vegetal con propiedades pigmentantes y antioxidantes. El análisis económico evidenció que la producción de alimento balanceado vegetal mediante este sistema resulta viable con un costo por libra de US\$ 0.31 en inicial, US\$ 0.29 en crecimiento y US\$ 0.29 en acabado, manteniéndose accesible para productores locales.

**Palabras claves:** Peletización, camperos, Pearson.

## ABSTRACT

The present research aimed to implement a pelletizing system for the production of plant-based compound feed intended for free-range chickens, structured into three nutritional phases: starter, grower, and finisher. The formulations were developed using the Pearson method, with locally available plant and mineral ingredients. In the starter phase, a feed containing 21% crude protein and  $\geq 3,100$  kcal of metabolizable energy (ME) per kilogram was formulated, meeting the nutritional requirements for chicks in their first age. The feed was processed through pelletization, producing pellets of 2 mm in diameter from a 0.5 mm grind, which facilitated consumption. In the grower phase, the feed was formulated with 18% crude protein and 3,000 kcal ME/kg, using 3 mm pellets and a 0.8 mm grind, parameters consistent with recommendations found in technical literature. In the finisher phase, from 42 days of age until slaughter, the feed was designed with 17% crude protein and 3,000 kcal ME/kg, using 3.5 mm pellets and a 0.9 mm grind. At all stages, achiote (*Bixa orellana* L.) was incorporated at 0.5% as a plant-based additive with pigmenting and antioxidant properties. The economic analysis showed that the production of plant-based compound feed through this system is viable, with a cost per pound of US\$ 0.31 in the starter phase, US\$ 0.29 in the grower phase, and US\$ 0.29 in the finisher phase, maintaining affordability for local producers.

**Keywords:** Pelleting, free-range chickens, Pearson method.

## INTRODUCCIÓN

La industria avícola, una de las más relevantes en muchos países latinoamericanos, ha evolucionado rápidamente en aspectos relacionados con el manejo y la nutrición de las aves de campero, en respuesta a la creciente demanda de carne y huevos (Gambini, 2022). Este desarrollo ha generado mayores ingresos para los productores y ha fomentado la adopción de nuevas tecnologías para mantenerse competitivos en un mercado en expansión (Andrade–Yucailla et al., 2017).

La avicultura en Ecuador ha experimentado un notable dinamismo en los últimos 30 años dentro del sector agropecuario, impulsada por la alta demanda de sus productos a nivel de todos los estratos sociales, lo que ha permitido también una expansión en los volúmenes de venta hacia los mercados fronterizos (Zambrano et al., 2015).

La cría de pollos camperos, que forma parte de estos sistemas de producción alternativos, ha experimentado avances importantes a nivel global, impulsados principalmente por la adopción de mejoras genéticas y el uso de dietas balanceadas que optimizan su desarrollo (Macias-Quimbiamba, 2022). En este contexto, los avicultores demandan alimentos balanceados que no solo cubran los requerimientos nutricionales de las aves, sino que también aseguren la sanidad de los mismos y ofrezcan precios competitivos, factores clave para mejorar la eficiencia productiva en la cría de pollos camperos (Zambrano et al., 2015).

Conforme la producción avícola crece, los avicultores se ven obligados a implementar nuevas técnicas y tecnologías para maximizar la productividad, empresas líderes en la industria avícola han estado a la vanguardia, desarrollando innovaciones que permiten a los productores optimizar sus procesos y garantizar una producción eficiente (Jacome et al., 2024).

Estudios han resaltado la importancia de la alimentación en la salud y el rendimiento de las aves (Zambrano et al., 2015). La instalación de plantas procesadoras locales para la producción de alimentos balanceados representa una estrategia eficaz para reducir costos logísticos y asegurar la sostenibilidad de la producción avícola (Ramírez y Ortega, 2020).

Además, la industria de alimentos balanceados ha priorizado la formulación de dietas específicas tanto para ponedoras como para pollos de campero, considerando que la alimentación es uno de los principales factores que impactan los costos operativos en la avicultura (Cedeño-Párraga, 2022).

En particular, la cría de pollos camperos destaca como una alternativa viable frente a la avicultura industrial. Estas aves híbridas, de crecimiento más lento que los broilers, se desarrollan en sistemas semi-intensivos o extensivos (Macay et al., 2023). Su velocidad de crecimiento es aproximadamente un 20 a 25 % inferior a las líneas especializadas de campero, alcanzando entre 2,1 y 2,6 kg de peso vivo en 8 a 9 semanas (Moya, 2018).

A pesar de su menor velocidad de crecimiento, la producción de pollos camperos se ha posicionado como una opción atractiva debido a su menor dependencia de las exigencias nutricionales y ambientales de las líneas comerciales de broiler (Zambrano et al., 2015).

La implementación de una planta procesadora local para la producción de alimento peletizado en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, representa una valiosa oportunidad para reducir costos logísticos y mejorar la sostenibilidad en la producción de pollos camperos. Además, la instalación de esta planta contribuirá a la diversificación de la producción avícola, respondiendo a la creciente demanda de alternativas más sostenibles y alineadas con modelos de producción orgánica.

## **Planteamiento del problema**

La producción de pollos camperos en la región de El Carmen, provincia de Manabí, enfrenta desafíos significativos relacionados con los altos costos de los alimentos balanceados comerciales. Estos alimentos, aunque efectivos en la nutrición de las aves, resultan ser un factor económico limitante para los pequeños y medianos avicultores (Vargas, 2003). Además, los alimentos comerciales disponibles en el mercado no están específicamente diseñados para optimizar el rendimiento de los pollos camperos, lo que afecta tanto la productividad como la rentabilidad de los productores locales (Jacome et al., 2024).

En este contexto, surge la necesidad de desarrollar alternativas más económicas y sostenibles, basadas en materias primas vegetales que sean accesibles en la región (Cedeño-Párraga, 2022). La implementación de un sistema de peletización que utilice ingredientes vegetales locales más asequibles podría no solo reducir significativamente los costos de producción, sino también mejorar la eficiencia productiva de los pollos camperos.

¿De qué manera la implementación de un sistema de peletización en la producción de alimento balanceado puede mejorar la eficiencia productiva y económica de los pollos camperos en el cantón de El Carmen, Manabí?

## **Justificación**

La producción de pollos camperos en la región de El Carmen, provincia de Manabí, enfrenta serios desafíos debido a los elevados costos de los alimentos balanceados comerciales, que se han convertido en una barrera económica para los pequeños y medianos productores avícolas. Estos alimentos, aunque cumplen con los requerimientos nutricionales de las aves, no están diseñados específicamente para optimizar el crecimiento y el rendimiento de los pollos camperos, lo que afecta su productividad y rentabilidad (Cedeño-Párraga, 2022).

Por tanto, es necesario buscar soluciones que permitan mejorar la eficiencia productiva sin sacrificar la calidad del alimento (Cambar et al., 2012). En respuesta a esta problemática, el desarrollo de un sistema de peletización para la producción de alimentos balanceados adaptados a los pollos camperos surge como una alternativa viable (Coaquira-Arratia, 2014).

La implementación de este sistema utilizando materias primas vegetales locales y más económicas, contribuiría a reducir significativamente los costos de producción, lo que permitiría a los avicultores acceder a alimentos de alta calidad a un precio más accesible (Chávez y Pozo, 2022). Esta estrategia no solo impulsaría la competitividad de los productores, sino que también promovería prácticas sostenibles al utilizar recursos locales.

Esto permitirá identificar las ventajas económicas y productivas del nuevo sistema, lo que facilitará su adopción por parte de los productores locales. De esta manera, se espera que los pollos camperos alcancen mejores niveles de crecimiento y calidad, optimizando los pigmentantes naturales y mejorando el rendimiento general de la producción (Moya, 2018).

Finalmente, la implementación de un sistema de peletización y el desarrollo de un alimento balanceado a partir de materias primas vegetales locales no solo beneficiará la economía de los avicultores, sino que también promoverá una mayor sostenibilidad en la producción avícola de la región. Este proyecto es una respuesta directa a la necesidad de encontrar alternativas económicas viables que permitan a los productores de El Carmen mejorar su eficiencia productiva y asegurar la rentabilidad de sus negocios.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

- Realizar la implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para pollos camperos.

### **Objetivos Específicos**

- Formular un alimento balanceado para pollos de campero a base de ingredientes de origen vegetal.
- Realizar el análisis económico de los ingredientes del alimento balanceado de origen vegetal propuesto.

## **Hipótesis de la investigación**

### **Hipótesis alternativa ( $H_a$ ):**

La implementación de un sistema de peletización para la producción de alimento balanceado de origen vegetal en pollos camperos mejora la calidad nutricional, optimiza el uso de pigmentantes naturales y reduce los costos de producción en comparación con los métodos tradicionales.

### **Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

La implementación de un sistema de peletización para la producción de alimento balanceado de origen vegetal en pollos camperos no mejora la calidad nutricional, no optimiza el uso de pigmentantes naturales ni reduce los costos de producción en comparación con los métodos tradicionales.

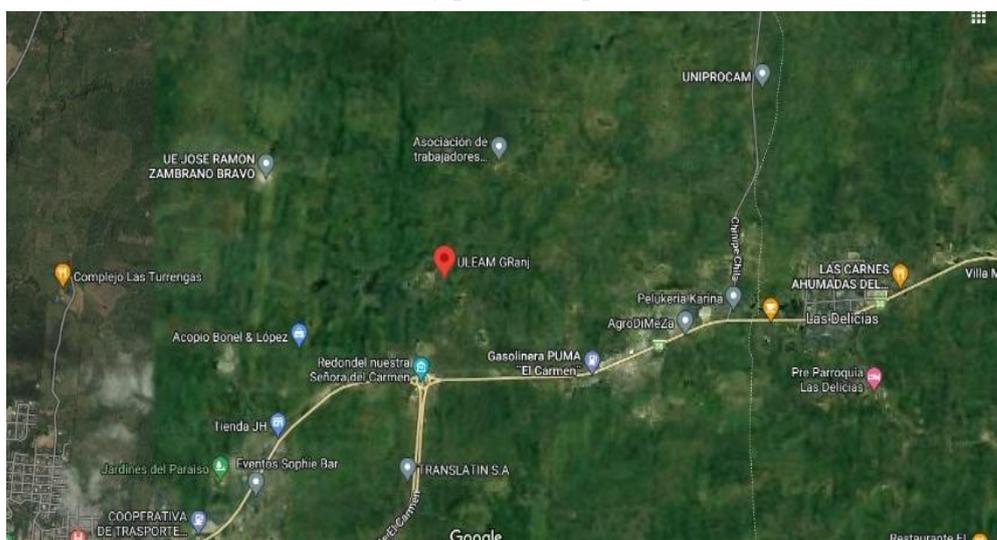
# CAPÍTULO I

## METODOLOGIA

### 1.1. Localización de la investigación

La investigación se realizó en la Granja Experimental Río Suma ( $0^{\circ}15'34.2''$  S;  $79^{\circ}27'04''$  O), dependiente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, en los patios del área avícola y en la planta que se implementó la producción de alimentos balanceados.

**Figura 1.** Ubicación de área avícola y planta de producción de balanceados



Fuente. Google Maps (2024)

### 1.1. Caracterización meteorológica de la zona

A continuación, algunas características climáticas del cantón:

**Tabla 1.** Características meteorológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año $^{-1}$ )	1026,2
Precipitación media anual (mm)	2659
Altitud (msnm)	249

**Nota:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022)

### 1.2. Materiales y equipos

**Tabla 2.** *Materiales utilizados en la elaboración y peletización de alimento balanceado vegetal para pollos camperos*

<b>Insumos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Maíz molido	Palas metálicas	Molino eléctrico Mezcladora eléctrica
Harina de soya	Sacos de polipropileno	Peletizadora eléctrica
Afrecho de trigo	Piolas	Termómetro industrial
Aceite palma africana rojo	Libreta de campo	Balanza digital
Pigmento de achiote en polvo	Recipientes metálicos	Tamiz plástico de 25 x25
Sal mineral	Etiquetas para identificación de la tabla de información del tipo de balanceado	
Suplemento vitamínico (ABC)		

### **1.3. Variables**

#### **1.3.1. Variables independientes**

Formulación de la dieta

#### **1.3.2. Variables dependientes**

Análisis económico del alimento balanceado

### **1.4. Métodos**

#### **1.4.1. Método analítico**

### **1.5. Manejo de la investigación**

El presente trabajo se enfocó en la formulación de un alimento balanceado destinado al manejo de pollos camperos pertenecientes a líneas como Guárico, Kariocos, Rojo Parrillero, Pio-pio y Gris, las cuales se distribuyen y comercializan en el país. En la formulación se priorizó el uso exclusivo de ingredientes de origen vegetal y mineral, con el fin de garantizar una dieta natural y diferenciada frente a productos convencionales. Para ello, se analizaron los requerimientos nutricionales específicos correspondientes a cada etapa del desarrollo productivo de las aves, siguiendo los lineamientos establecidos en tablas técnicas de referencia reconocidas por casas comerciales.

Asimismo, se aplicó el método de correlación producto-momento de Pearson para el cálculo y ajuste de las formulaciones, asegurando un balance adecuado entre proteína y energía metabolizable. La formulación contempló el ajuste preciso de macronutrientes proteínas, lípidos y carbohidratos, así como de micronutrientes esenciales, de manera que se lograra una

dieta completa y fisiológicamente adecuada. Estos parámetros fueron comparados con los rangos de referencia proporcionados por empresas especializadas en nutrición avícola, con el fin de validar la calidad nutricional del alimento diseñado. Este proceso de contraste permitió garantizar que la ración final respondiera a las exigencias propias de los sistemas de producción alternativa, asegurando el bienestar animal y el desempeño zootécnico requerido en este tipo de crianza.

## **1.6. Procedimiento**

### **1.6.1. Implementación del equipo de peletización**

La implementación del sistema de peletización para la elaboración de alimento balanceado vegetal dirigido a la producción de pollos camperos contempló una serie de etapas estratégicas, orientadas a cumplir con los objetivos establecidos en el proyecto. Inicialmente, se trabajó con fórmulas nutricionales basadas exclusivamente en ingredientes vegetales, adaptadas a los requerimientos de las distintas fases productivas del ave. A estas formulaciones se incorporaron pigmentos naturales, con el propósito de mejorar la coloración de la piel de las aves, priorizando el enfoque agroecológico del sistema.

Una vez homogenizada la mezcla, se procedió al proceso de peletización utilizando la peletizadora eléctrica modelo 9KLP150, instalada en la Granja Experimental Río Suma. Este equipo, diseñado para producción a pequeña escala, es especialmente adecuado para la elaboración de raciones para aves y animales de corral.

Opera con un motor de 4,5 kW (6 HP) a una velocidad de 1440 revoluciones por minuto, empleando corriente alterna monofásica de 220V y con un consumo energético estimado de 22 amperios. La capacidad de producción depende del diámetro de la matriz utilizada: 150 kg/h con matriz de 6 mm, 120 kg/h con matriz de 3,8 mm y 100 kg/h con matriz de 2 mm. Entre sus principales ventajas se destacan su bajo nivel de ruido, alta durabilidad y eficiencia en la compactación de materias primas vegetales en pellets de tamaño uniforme, adecuados para el consumo de las aves en sistemas de crianza alternativa.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. El sector avícola en Ecuador

En la actualidad, la avicultura en Ecuador ha logrado consolidarse como una de las principales actividades pecuarias, generando beneficios directos para los productores en forma de ingresos económicos y, de manera indirecta, para los empleados de las granjas y las familias que dependen de esta actividad, al satisfacer la demanda de alimentos (Jacome et al., 2024). Tanto la producción de huevos como la comercialización de carne de pollo juegan un rol fundamental, contribuyendo a la estabilidad del negocio y fortaleciendo la economía de todos los involucrados en esta cadena productiva (Bedoya, 2020).

De acuerdo con Andrade (2021), en Ecuador la avicultura se desarrolla de dos formas principales, la primera es el sistema artesanal o de traspatio, caracterizado por la crianza de aves a campo abierto con un bajo nivel de tecnificación y una alimentación variada según los recursos del productor. Este sistema es común entre los pequeños avicultores y predomina en las áreas rurales. El segundo es el sistema tecnificado o industrial, que opera a gran escala, con instalaciones diseñadas específicamente para esta actividad, bajo condiciones controladas y una alimentación completamente balanceada (Hermida, 2015).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), la producción de carne de pollo en el país alcanza los 251 millones de aves, de las cuales la región Costa alberga la mayor parte con 134,84 millones de pollos, lo que equivale al 54% del total nacional. La región Sierra sigue con 107,86 millones de aves. En los últimos años, la avicultura industrial ha superado ampliamente al sistema de traspatio, que en el caso del campero de pollos reporta una cantidad mucho menor, con solo 7,26 millones de animales (INEC, 2020).

#### 2.2. Avicultura campera

La avicultura campera, según lo menciona Hermida (2015), se basa en prácticas rurales tradicionales que promueven la cría de pollos en entornos naturales. Esta actividad involucra la explotación de razas o tipos de pollos que no están claramente definidos, los cuales se crían en corrales sin las estrictas condiciones de control que suelen caracterizar a la avicultura industrial (Villota-Valencia, 2022).

Los pollos camperos se distinguen por su crecimiento lento, carne firme, piel de color

amarillo y menor contenido graso, atributos que son apreciados por los consumidores que valoran productos naturales y de calidad superior (Villota, 2022). Cepero (2018), explica que la genética del pollo campero se obtiene mediante el cruzamiento de líneas de razas destinadas tanto a la postura de huevos como a la producción de carne. Este tipo de ave, a diferencia del pollo parrillero convencional, presenta un crecimiento más lento y una pechuga bien desarrollada, además de un plumaje variado en colores (Fumero et al., 2009; Macias-Quimbiamba, 2022).

A pesar de su crecimiento pausado, estos pollos exhiben una baja mortalidad, lo que los convierte en un producto de alta calidad. Los consumidores suelen asociarlos con el tradicional "pollo de chacra", un animal criado en granjas rurales que evoca prácticas antiguas y un sabor más auténtico (Villota, 2022).

### **2.2.1. Genética del pollo campero**

En cuanto a la genética del pollo campero, es resultado de la combinación de diversas razas de postura y carne, su lento crecimiento permite obtener aves con una pechuga robusta y un plumaje variado, características que lo diferencian del pollo de campero industrial (Hermida, 2015).

Además, la baja mortalidad de estos pollos y su calidad superior hacen que los consumidores los vinculen con el pollo tradicional de campo, una adecuada alimentación y el uso de técnicas de crianza óptimas forman la base sobre la cual se asienta el éxito de este tipo de producción (Coaquira-Arratia, 2014).

Por tanto, la crianza de pollos camperos, sustentada en prácticas alimentarias y genéticas específicas, asegura un producto natural y saludable, muy apreciado por aquellos que buscan opciones alimenticias más auténticas y menos industrializadas (Macay-Anchundia et al., 2023). Esta combinación de buena alimentación, genética adaptada y métodos de crianza tradicionales constituye el pilar de la avicultura campera moderna (Gambini, 2022).

En el mercado, la carne de los pollos camperos es percibida como de mayor valor por los consumidores, lo que le otorga una reputación de mejor calidad en comparación con la carne de aves criadas en sistemas industriales (Ankuash-Mashutak, 2016). Los pollos camperos, criados durante un periodo de manejo de 12 semanas con una alimentación adecuada y un control sanitario eficiente, pueden alcanzar un peso promedio de 2,5 kg, presentando además una de las tasas de mortalidad más bajas entre las distintas líneas y razas de pollos de campero

(Hermida, 2015).

### 2.2.2. Características diferenciales entre fenotipos de pollos camperos

**Tabla 3.** *Guía básica para la cría de pollos camperos en avicultura familiar*

Característica	Rojo Parrillero	Guárico	Pío Pío	Karioco
Origen genético	Rápido crecimiento	Lento	Lento crecimiento	Lento crecimiento
Edad de faena	50 días	50 a 90 días	50 - 75 días	< 50 días
Manejo	Confinamiento	Recirculación a campo	Recirculación a campo	Recirculación a campo
Alimentación	Alimento balanceado común	Alimento balanceado orgánico	Alimento balanceado común	Alimento balanceado común
Materias primas	Comunes	Orgánicas	Comunes	Comunes
Uso de aditivos	Sin restricciones	Con restricciones	Con restricciones	Con restricciones
Bromatología	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
Sabor	Suave	Intenso	Intenso	Intenso
Textura	Blanda	Firme	Firme	Firme
Consumidores	General	Alto ingreso/nivel cultural	Privilegian lo natural	Privilegian lo natural

**Nota.** Tomado de Macias Quimbiamba (2022).

### 2.3. Alimentación en pollos camperos

La alimentación es uno de los factores más importantes en cualquier actividad ganadera, ya que de ella depende la transformación de los nutrientes en productos finales como carne, leche en el caso del ganado bovino, o huevos en las gallinas ponedoras (Cujilema-Cujilema, 2016). En los pollos de campero, este aspecto cobra aún mayor relevancia, especialmente debido a los tiempos de crianza reducidos, lo que demanda un control riguroso del contenido nutricional en cada etapa del desarrollo para garantizar una nutrición eficiente (Villota, 2022).

En los pollos camperos, al igual que en otras razas y líneas productivas, es crucial considerar que durante las primeras fases de crecimiento el sistema digestivo aún no está completamente desarrollado, por lo que estos animales no están preparados para consumir

granos crudos o de gran tamaño (Fumero et al., 2009). En esta etapa, es necesario proporcionar una alimentación balanceada, o bien alimentos precocidos y en partículas pequeñas (Ankuash-Mashutak, 2016). A medida que las aves avanzan en su desarrollo, es recomendable introducir gradualmente alimentos con mayor contenido proteico, ajustados a las necesidades de crecimiento del productor (Cujilema-Cujilema, 2016).

Tradicionalmente, la alimentación de los pollos de campero y de las granjas ponedoras se basa en balanceados industriales, diseñados para cubrir las necesidades nutricionales específicas de cada etapa de crecimiento (Andrade, 2021). En estos productos, el porcentaje de proteína suele ser mayor en las fases iniciales, ya que es un componente clave para el desarrollo temprano de las aves. Aunque el costo de los balanceados puede aumentar con la inclusión de mayores niveles de proteína, su uso resulta fundamental en estas etapas (Gambini, 2022).

**Tabla 4.** Alimentación para pollos camperos según fase del ciclo

Fase del ciclo	Tipo de pienso	Energía Metabolizable (Kcal/Kg)	Proteína Bruta (%)	Fibra Bruta (%)	Forma del pienso	Adición de xantofilas	Suministro de maíz
Inicio (Día 1-21)	Pienso de arranque	3000	21	4.5	Migajas	No	No
Crecimiento (Día 22-41)	Pienso de crecimiento	2900	18	-	Granulado	Sí	Racionado hasta 70 días (900 g/día)
Acabado (Día 42 en adelante)	Pienso de acabado	2900	17	-	Granulado (sin coccidiostático)	Sí	Ad libitum desde los 70 días

**Nota.** Tomado de Macias-Quimbiamba (2022).

Los balanceados industriales generalmente están compuestos principalmente por maíz, acompañado en menor proporción por soya, lo que proporciona los nutrientes esenciales para el correcto desarrollo de los pollos (Cambar et al., 2012). Sin embargo, las variedades comerciales de estos balanceados suelen incluir aditivos y complementos que ajustan los niveles de proteína, fibra y otros nutrientes, lo que permite reducir los costos de fabricación y ofrecer a los productores productos a precios más accesibles (Cedeño-Párraga, 2022).

En el caso de los pollos camperos, que conservan genes de diversas razas adaptadas a condiciones más exigentes, es posible incluir en su dieta alimentos alternativos al balanceado

industrial, como maíz granulado o entero, según la fase de desarrollo, e incluso optar por el pastoreo libre (Bedoya, 2020).

Una opción adecuada para la alimentación de los pollos camperos es la combinación de balanceado con maíz, lo que permite reemplazar progresivamente el alimento comercial. Un estudio de Aranibar (2017), evaluó distintas proporciones de maíz (20%, 30%, 40% y 50%) en sustitución del balanceado, junto con la inclusión del 10% de alfalfa verde. Los resultados mostraron ventajas económicas y un mayor consumo de alimento por parte de los pollos, lo que favorece una producción más eficiente.

## **2.4. Etapas de alimentación balanceado en pollos camperos**

El maíz amarillo y la soya constituyen los ingredientes principales utilizados por las empresas avícolas para la elaboración de alimentos balanceados (Cedeño-Párraga, 2022). La producción de estos granos se realiza en grandes volúmenes debido a la alta demanda que exige el ciclo de desarrollo de las aves (Fumero et al., 2009). A lo largo de este ciclo, se preparan diferentes formulaciones según la etapa de crecimiento (Cedeño-Párraga, 2022).

### **2.4.1. Balanceado pre-iniciador en pollos camperos**

Abarca desde el primer hasta el décimo día de vida del pollito. En esta fase, es fundamental asegurar un aporte adecuado de nutrientes, ya que en las primeras 72 horas se desarrollan órganos vitales como el sistema digestivo, el sistema inmune, el corazón y el hígado. con 20 % a 21 % de proteína, manteniendo un adecuado balance energético y de aminoácidos esencial (Cedeño-Párraga, 2022).

### **2.4.2. Balanceado iniciador en pollos camperos**

Comprende el periodo entre los 11 y 23 días de vida. Durante esta etapa, el pollito se prepara para la siguiente fase, con un enfoque en el desarrollo del esqueleto y la preparación para el aumento de masa muscular. La dieta debe contener entre 20 % y 22 % de proteína bruta, para favorecer un desarrollo óptimo y una rápida adaptación al alimento sólido (Cedeño-Párraga, 2022).

### **2.4.3. Balanceado de engorde en pollos camperos**

Se extiende desde el día 24 hasta el sacrificio del ave. Esta etapa se caracteriza por un mayor consumo de alimento y las mayores tasas de ganancia de peso diarias. En esta fase, se reduce la proteína a un nivel entre 16 % y 18 %, incrementando la densidad energética para

maximizar la eficiencia alimenticia y la deposición de tejido muscular (Cedeño-Párraga, 2022).

## 2.5. Aditivos en balanceados para pollos camperos

Desde 1981, la industria avícola ha empleado acidificantes, comenzando con la recomendación del uso de ácidos cítrico y fumárico en soluciones al 4,5% (Moya, 2018). Sin embargo, los resultados han sido diversos, ya que la efectividad de los ácidos orgánicos, como el propiónico, butírico, acético, fórmico, láctico, málico, tartárico y cítrico, varía en función de su concentración y el tipo de ácido utilizado (Morales y Torrealba, 2011).

En bajas concentraciones, estos ácidos actúan como bacteriostáticos, mientras que en concentraciones más altas funcionan como bactericidas (Campos et al., 2021). Entre los principales aditivos utilizados en la producción de balanceados se encuentran los siguientes:

- **Aditivos tecnológicos:** antioxidantes, emulsificantes, acidificantes.
- **Aditivos sensoriales:** aromas, pigmentos.
- **Aditivos nutricionales:** vitaminas, minerales traza, aminoácidos.
- **Aditivos zootécnicos:** potenciadores de la digestión y estabilizadores de la flora intestinal (Sánchez-Quinche et al., 2021).

**Tabla 5.** Composición de dieta balanceada peletizada para pollos camperos (porcentaje basado en 40 kg de peso total de la dieta)

Ingrediente	Porcentaje (%)	Peso (kg)
Maíz amarillo	60	24
Harina de soya	25	10
Aceite vegetal	3	1,2
Salvado de trigo	5	2
Harina de pescado	3	1,2
Carbonato de calcio	1	0,4
Fosfato dicálcico	1	0,4
Premezcla vitamínica-mineral	1	0,4
Cloruro de sodio	0,30	0,12
DL-metionina	0,20	0,08
L-lisina	0,20	0,08
Otros aditivos	0,30	0,12

**Nota:** Adaptado de Hernández (2023)

Además, Campos et al. (2021) señala que los promotores de crecimiento, al ser añadidos

en concentraciones subterapéuticas, mejoran el rendimiento y la productividad animal mediante el control de bacterias patógenas. Estos aditivos contribuyen a mantener un tracto digestivo sano, lo que optimiza la absorción de nutrientes contenidos en los alimentos.

## **2.6. Estrategia de formulación del balanceado para pollos camperos**

La formulación del balanceado para pollos camperos debe tener en cuenta la elevada demanda de energía y nutrientes que estos animales requieren durante su etapa de crecimiento (Cedeño y Álava, 2024). En este sentido Castro (2014), menciona que es crucial proporcionar una dieta que no solo satisfaga las necesidades energéticas, sino que también promueva un desarrollo muscular óptimo y una salud integral del ave .

Según Garzón y Mendes (2021), durante esta fase crítica del crecimiento, la inclusión de niveles adecuados de aminoácidos esenciales es fundamental para maximizar la conversión alimenticia y garantizar un rendimiento productivo eficiente. La base de un balanceado adecuado se encuentra en la proporción de proteínas, ya que el rápido crecimiento de los pollos camperos demanda un suministro constante de aminoácidos clave como la lisina, metionina y treonina (Coaquira-Arratia, 2014).

Estos aminoácidos no solo contribuyen al desarrollo muscular, sino que también desempeñan un papel crucial en el mantenimiento de la salud general del ave, Quiñonez (2023), destaca la importancia de ajustar estas proporciones en las dietas finalizadoras para garantizar que el ave alcance un peso adecuado y una calidad de carne superior antes de su comercialización.

### **2.6.1. Herramientas digitales y métodos accesibles para la formulación de dietas de procedencia vegetal en pollos camperos**

La formulación precisa de dietas en pollos camperos, especialmente en sistemas de producción familiar o agroecológica, requiere herramientas accesibles que permitan balancear los nutrientes esenciales a bajo costo. Actualmente, existen diversas plataformas de acceso abierto que facilitan este proceso técnico, permitiendo optimizar los ingredientes disponibles localmente.

Entre los programas más destacados se encuentra FeedCalculator®, una aplicación gratuita desarrollada por la Wageningen University y la empresa Single Spark, pensada para productores de pequeña y mediana escala. Esta herramienta permite ingresar ingredientes

vegetales locales, su precio por unidad y la fase productiva del ave, generando una dieta equilibrada con base en los requerimientos nutricionales del pollo. Otra plataforma útil es NutrireLatam.com, que brinda recursos y hojas de cálculo con requerimientos nutricionales por especie y etapa, lo cual facilita la toma de decisiones en campo.

Adicionalmente, se puede utilizar el método manual conocido como la “regla de la cruz de Pearson”, una técnica clásica empleada para formular dietas a partir de dos ingredientes de diferente contenido nutricional, comúnmente proteína. Aunque no es un software, este método resulta especialmente útil en entornos rurales con acceso limitado a herramientas digitales. Su simplicidad permite calcular proporciones ideales para alcanzar una concentración nutricional objetivo, siendo una base didáctica en la formación técnica y profesional en nutrición animal.

### **2.7. Uso de alimentos peletizado en pollos camperos**

El uso de alimentos balanceados peletizados para pollos camperos ofrece múltiples beneficios en este contexto (Aranibar, 2017). La peletización no solo mejora la digestibilidad de los nutrientes, sino que también reduce el desperdicio de alimento y facilita la administración de una dieta más homogénea (Coaquira-Arratia, 2014). Además, este proceso contribuye a una mejor eficiencia alimenticia, lo que resulta en un crecimiento más uniforme de los pollos, reduciendo así los costos de producción para el productor (Dominguez et al., 2023).

En la formulación de una dieta balanceada peletizada para pollos camperos, es fundamental incluir ingredientes que aporten una cantidad suficiente de energía y proteína, acompañados de aditivos nutricionales que favorezcan la salud intestinal y la inmunidad del animal (Coaquira-Arratia, 2014). A continuación, se presenta un ejemplo de dieta propuesta para pollos de campero, adaptada para pollos camperos, con un enfoque en el equilibrio de aminoácidos esenciales y una fuente adecuada de energía.

### **2.8. Tamaño adecuado de los pellets en la alimentación de pollos camperos**

El tamaño adecuado de los pellets en la alimentación de pollos depende de la etapa de desarrollo de las aves, ya que en cada fase del crecimiento requieren diferentes tamaños de pellets para optimizar el consumo y la digestibilidad (Juárez-Caratachea et al., 2010).

A continuación, se presentan los tamaños de pellets recomendados para cada fase:

#### **A. Fase de inicio (1-14 días de edad):**

- Tamaño del pellet: 1,5 2 mm.

- Forma del pellet: Migajas o pellets pequeños.
- En esta fase, los pollitos son pequeños y su sistema digestivo aún está en desarrollo, por lo que necesitan pellets finos o en migajas para facilitar la ingestión y la absorción de nutrientes (Cedeño y Álava, 2024).

**B. Fase de crecimiento (15-42 días de edad):**

- Tamaño del pellet: 2,5 a 3 mm.
- Forma del pellet: Granulado fino o intermedio.
- A medida que el pollo crece, su capacidad para consumir pellets más grandes también aumenta. En esta etapa se utilizan pellets más grandes, lo que mejora la eficiencia alimenticia y facilita un crecimiento más rápido (Cabrera, 2015).

**C. Fase de campero o acabado (43 días en adelante):**

- Tamaño del pellet: 3,5 a 4 mm.
- Forma del pellet: Granulado grueso.
- En la fase final, los pollos pueden consumir pellets más grandes, lo que optimiza la ingesta diaria de alimento y asegura que alcancen su peso de sacrificio de manera eficiente. Los pellets de mayor tamaño promueven un mejor desarrollo muscular y un aumento rápido de peso (Garzón y Mendes, 2021).

## **2.9. Ventajas del tamaño adecuado de los pellets en el alimento balanceado**

Los pellets pequeños son ideales para los pollitos, mientras que los más grandes son preferidos por los pollos adultos, asegurando que cada ave consuma su ración diaria sin problemas (Hernández, 2023). Además, mejor digestibilidad, un tamaño de pellet adecuado mejora la digestión y absorción de nutrientes, lo que resulta en una mejor conversión alimenticia y crecimiento (Arias, 2012).

Y finalmente permite una reducción de desperdicio. Los pellets de tamaño adecuado reducen el desperdicio de alimento, ya que los pollos no dispersan ni rechazan los pellets durante la alimentación (Cedeño y Álava, 2024).

## **2.10. Función de las dietas balanceadas y la peletización en la producción de pollos camperos**

Las dietas comerciales para pollos camperos han evolucionado considerablemente, especialmente en el enfoque hacia dietas basadas en vegetales, donde se eliminan fuentes proteicas de origen animal, como la sangre, y se introducen alternativas vegetales que garantizan el aporte adecuado de nutrientes (Quiñonez, 2023). Tradicionalmente, estas dietas

contienen aproximadamente un 65% de maíz, que aporta entre el 65% y el 70% de la energía total, además de proporcionar alrededor del 30% de la proteína requerida por las aves (Coaquira-Arratia, 2014; Covalada, 2012).

Sin embargo, las dietas vegetales buscan no solo mantener estos niveles energéticos, sino también sustituir las proteínas de origen animal con otras fuentes vegetales, tales como la soya, la alfalfa o incluso los subproductos de leguminosas, que son ricos en aminoácidos esenciales (Abdollahi et al., 2013a; Sánchez-Quinche et al., 2021).

El costo del alimento sigue siendo uno de los factores más importantes en la producción avícola, representando entre el 60% y 70% del total de los costos de producción (Andrade, 2021). Para los pollos camperos, es fundamental garantizar que las dietas no solo sean económicas, sino que también proporcionen todos los nutrientes necesarios para un crecimiento saludable y sostenible (Cabrera, 2015).

Al adoptar una dieta vegetal, los productores pueden beneficiarse no solo de una menor dependencia de ingredientes animales, sino también de mejorar la salud intestinal del ave, promoviendo el desarrollo de una molleja más eficiente (Zambrano et al., 2015). Una de las estrategias más efectivas para mejorar la eficiencia de las dietas vegetales es el uso de granos enteros antes del proceso de peletización, este enfoque no solo reduce los costos de molienda, sino que también tiene importantes beneficios fisiológicos (Garzón y Mendes, 2021).

El grano entero ayuda a desarrollar mejor la molleja y el proventrículo, optimizando el reflujo gástrico (molleja-proventrículo) y facilitando la digestión (Juárez-Caratachea et al., 2010). Este desarrollo de la molleja mejora el peristaltismo reverso, lo que permite una mayor liberación y absorción de nutrientes en el intestino, impactando directamente en la conversión alimenticia y el rendimiento productivo del pollo campero (Zambrano et al., 2015).

El proceso de peletización juega un papel crucial en las dietas vegetales para pollos camperos, ya que mejora la palatabilidad del alimento, reduce el desperdicio y minimiza la selectividad del consumo de los ingredientes (Fumero et al., 2009). Durante las etapas iniciales de vida (1-14 días), el uso de migajas o micro-pellets es especialmente beneficioso, ya que facilita el consumo y mejora el peso corporal y el rendimiento de la pechuga a los 35 días (Supliguicha, 2023).

A lo largo del ciclo productivo, el uso de pellets de mayor tamaño contribuye a mejorar

la uniformidad del crecimiento, la eficiencia alimenticia y la digestibilidad de los nutrientes esenciales como carbohidratos, grasas y proteínas (Abdollahi et al., 2013b). El proceso de peletizado, que involucra la compactación de ingredientes utilizando calor, humedad y presión, también mejora la calidad del alimento (Cujilema-Cujilema, 2016) . Durante este proceso, la gelatinización de los almidones favorece la formación de agregados que funcionan como agentes de unión, mejorando la textura y la consistencia del pellet (Garzón y Mendes, 2021).

Esto asegura que los pollos camperos, alimentados con dietas completamente vegetales, puedan obtener un alimento homogéneo y nutricionalmente balanceado, promoviendo un crecimiento eficiente y sostenible sin recurrir a fuentes de proteínas de origen animal (Dominguez et al., 2023).

## **2.11. Estado del arte**

Del Ágila (2016), en su trabajo "*Optimización de la mezcla de dietas para la elaboración de alimentos balanceados con requisitos predeterminados en aves de campero*", aborda la mejora en la formulación de dietas para pollos broilers. A través de diversas experiencias, el estudio determinó la combinación óptima de ingredientes como la manteca de palma tropical, ajustando su inclusión en las etapas de inicio, crecimiento y acabado para maximizar la energía metabolizable en las aves.

Pinzón-González y Sandoval-Díaz (2023), mencionan que el uso de concentrado peletizado en comparación con los alimentos tradicionales en la producción de pollos de campero, mostraron que el concentrado peletizado mejora significativamente el aprovechamiento de las raciones alimenticias, lo que se traduce en un mejor rendimiento en el peso vivo de los pollos. La metodología utilizada en el estudio se desarrolló en la empresa Acondesa. El análisis concluyó que el uso del concentrado peletizado para pollos de campero en Soledad es una opción viable y altamente rentable.

Macias-Quimbiamba (2022), destaca la importancia de optimizar la crianza de pollos camperos para elevar la productividad avícola. Este estudio comparó el desempeño de aves suplementadas con brotes de maíz, soya, alfalfa y maní forrajero en El Carmen, Ecuador. Durante las tres primeras semanas, los cuatro grupos mostraron peso similar ( $p > 0,05$ ). Entre la semana cuatro y la ocho se observaron diferencias significativas en peso ( $p < 0,05$ ). El aumento de peso se mantuvo uniforme al inicio y al final ( $p > 0,05$ ), pero varió entre tratamientos en las semanas cuatro a seis ( $p < 0,05$ ).

El índice de conversión alimenticia replicó este patrón. Estos hallazgos aportan bases para ajustar raciones y mejorar el rendimiento de aves camperas.

De La Cruz (2022), menciona que los sistemas de crianza de pollos camperos en la zona de Santo Domingo se han diseñado para aprovechar los nutrientes de los ecosistemas locales. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar factorial (3×2) con tres repeticiones, evaluando tres cultivos (cacao, plátano y cítricos) y dos sexos (machos y hembras). La mortalidad fue nula en el sistema de cacao y alcanzó solo el 0,83 % en machos. Los machos iniciaron con un peso promedio de 870,89 g y culminaron en 2092,06 g, registrando su máxima ganancia diaria (35,82 g) en el cultivo de cacao. El análisis bromatológico reveló un contenido proteico del 19,22 % en el sistema de plátano y un 3,48 % de grasa en el de cítricos.

El estudio evaluó el efecto del maíz vitaminado como sustituto parcial del alimento balanceado en la alimentación de pollos camperos. Se diseñaron dos tratamientos: T1 (mezcla con maíz vitaminado) y T2 (con maíz convencional), utilizando ocho aves por grupo. Se registraron semanalmente variables productivas como peso corporal, ganancia de peso, rendimiento de canal y mortalidad. Los resultados mostraron que los pollos alcanzaron un peso promedio de 1 168 g en cinco semanas, partiendo de 163 g. Desde la semana 7, el tratamiento con maíz vitaminado evidenció diferencias significativas en la ganancia de peso, alcanzando un máximo de 282,39 g en la semana 9, además de una mejor conversión alimenticia. Sin embargo, el rendimiento de canal fue similar en ambos tratamientos. Desde un enfoque económico, el maíz convencional presentó un índice beneficio/costo más favorable. Se concluye que el uso de maíz vitaminado mejora ciertos parámetros productivos, pero no supera al maíz convencional en términos de rentabilidad (Cedeño-Párraga, 2022).

Esta investigación analizó el efecto de la harina de zanahoria (*Daucus carota* L.) en la dieta de pollos camperos, enfocándose en pigmentación y desempeño productivo. Se aplicaron cuatro tratamientos (0 %, 5 %, 10 % y 15 %) bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones, utilizando 120 aves distribuidas en 12 unidades experimentales. Se evaluaron parámetros productivos, concentración de carotenoides en sangre e índice colorimétrico. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y prueba de Tukey al 5 %. El tratamiento con 5 % de harina de zanahoria (T1) mostró el mayor peso final (3 653,66 g) y la mejor conversión alimenticia (1,15) a la octava semana.

## CAPITULO III

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 3.1 Descripción del sistema de la peletizadora para el alimento balanceado en aves

##### 3.1.1 Implementación y caracterización técnica de un sistema de elaboración de alimento balanceado vegetal para pollos camperos en la Granja Experimental Río Suma

Con el propósito de fortalecer los sistemas de producción avícola alternativa en zonas rurales, se implementó un sistema artesanal-tecnificado de peletización en la Granja Experimental Río Suma, perteneciente a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen. Este sistema constituye una herramienta de apoyo académico para la carrera de Ingeniería Agropecuaria, ya que permite a los estudiantes desarrollar prácticas aplicadas en la formulación y procesamiento de alimentos balanceados. Al mismo tiempo, ofrece a la comunidad local una alternativa tecnológica accesible, con la posibilidad de elaborar sus propios insumos a partir de materias primas disponibles en la zona, contribuyendo así a la autonomía alimentaria y a la reducción de la dependencia de productos comerciales.

El sistema está conformado por tres equipos principales: una mezcladora eléctrica de 150 kilogramos de capacidad, una peletizadora modelo 9KLP150, y un molino eléctrico de 3 HP. Cada componente cumple un papel específico dentro del proceso, desde la molienda de los ingredientes hasta la compactación del alimento final en forma de pellet.

La mezcladora, equipada con un motor de 4 kW a 1440 RPM y alimentada por corriente monofásica de 220 V (18,6 amperios), permite integrar de manera homogénea insumos vegetales como maíz molido, harina de soya, salvado de trigo, minerales, leguminosas trituradas y suplementos naturales. Su eje de mezcla funciona a 60 RPM y opera con aceite SAE 80W90 en la caja reductora, garantizando un funcionamiento estable y eficiente. Cuenta con una tolva de carga superior, un sistema de aspas internas y una compuerta inferior para facilitar la descarga directa hacia la peletizadora.

La peletizadora 9KLP150, diseñada para operaciones a pequeña escala, posee un motor de 4,5 kW (6 HP), opera a 1440 RPM y utiliza corriente monofásica de 220 V, con un consumo aproximado de 22 amperios. Permite la compactación del alimento en forma de pellets de

diferentes diámetros según la matriz instalada: 6 mm (hasta 150 kg/h), 3,8 mm (120 kg/h) y 2 mm (100 kg/h). Los pellets obtenidos presentan forma uniforme, baja producción de polvo residual y buena resistencia mecánica, lo cual facilita su manejo, distribución y aceptación por parte de las aves en sistemas de crianza extensiva.

Por su parte, el molino de 3 HP se utilizó para procesar los ingredientes vegetales previos a la mezcla, reduciendo el tamaño de partícula de forma uniforme. Este paso fue clave para mejorar la digestibilidad del alimento y la eficiencia de compactación durante el peletizado. La formulación se desarrolló mediante un el cálculo de Pearson ajustando fases de crecimiento específicas (inicial, engorde y finalización), utilizando ingredientes de origen vegetal de alta disponibilidad local. Este tipo de tecnología, comercializada por la empresa Maxfarmer, representa una alternativa eficiente para optimizar la elaboración de alimentos balanceados, garantizando mayor calidad y aceptación en la alimentación de las aves.

**Tabla 6.** *Desglose de gastos en equipos utilizados para la producción peletizada*

<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor unitario (\$)</b>	<b>Valor total (\$)</b>
Mezcladora 150 kg, 220V/60Hz	1	Equipo para homogeneización de ingredientes	1.050,00	1.050,00
Peletizadora 120–150 kg/h, 220V/60Hz	1	Equipo para compactación y peletización de alimento	1.100,00	1.100,00
Molino motor 3 HP (220V)	1	Equipo para molienda previa de ingredientes	2.200,00	2.200,00
<b>Total inversión</b>				<b>4.350,00</b>

La puesta en marcha del sistema de elaboración de alimento balanceado peletizado se concretó gracias al esfuerzo conjunto de 16 estudiantes de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, entre los cuales formé parte activa en el proceso. Cada integrante aportó un valor de 300,00 dólares, reuniendo un total de 4.800,00 USD destinados a la adquisición de tres equipos clave: una mezcladora eléctrica con capacidad de 150 kg (1.050,00 USD), una peletizadora eléctrica con capacidad de 120 a 150 kg/h (1.100,00 USD) y un molino eléctrico de 3 HP (2.200,00 USD). El molino representó el mayor porcentaje del gasto (50,57 %), seguido por la peletizadora (25,29 %) y la mezcladora (24,14 %) (Tabla 6). Con estos equipos se elaboraron formulaciones balanceadas en tres etapas nutricionales, desarrolladas mediante el método de Pearson, con el objetivo de ajustar los niveles de proteína y energía según las necesidades de cada fase.

Este sistema, que queda como recurso permanente de la carrera, tiene la finalidad de fortalecer la formación práctica de los estudiantes y, al mismo tiempo, brindar a la comunidad una herramienta tecnológica accesible, con la posibilidad de formular y producir alimentos a partir de insumos locales, contribuyendo a la autonomía alimentaria y a la reducción de costos frente a balanceados comerciales.

Esta infraestructura permite un flujo de trabajo continuo, eficiente y adaptado a las necesidades de un plantel de pollos camperos a pequeña o mediana escala, optimizando tanto la producción como la calidad del alimento. La estandarización de la forma, diámetro y longitud del pellet no solo mejora la palatabilidad y el consumo del alimento por parte de las aves, sino que también disminuye el desperdicio y favorece una dosificación más precisa en cada etapa de desarrollo.

Más allá del impacto productivo, la integración de este sistema en la Granja Experimental Río Suma aporta valor estratégico al entorno académico y rural potencia la formación práctica de estudiantes en procesos agroindustriales, promueve la autosuficiencia en la formulación de dietas vegetales para aves, y ofrece una plataforma para investigaciones comparativas sobre eficiencia, costos y rendimiento entre alimento molido y peletizado. Asimismo, fortalece la soberanía alimentaria local, reduciendo la dependencia de productos balanceados comerciales y fomentando la innovación desde una perspectiva agroecológica.

### **3.1.2 Formulación y elaboración de alimento balanceado vegetal para pollos camperos**

La formulación del alimento se desarrolló considerando los requerimientos nutricionales de pollos camperos en sus distintas fases de crecimiento (inicial, crecimiento y acabado), tomando como referencia técnica la tabla Pearson para balanceados. Se determinaron niveles adecuados de proteína y energía, asegurando un equilibrio nutricional acorde a cada etapa.

Además, se incorporó achiote (*Bixa orellana* L.) como pigmento natural, no solo para favorecer una coloración saludable de la piel y la carne del ave, sino también por sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas y su potencial efecto sobre la digestibilidad y bienestar intestinal de las aves, contribuyendo así a mejorar la calidad del producto final y respondiendo a las preferencias del consumidor en el mercado ecuatoriano. La Tabla 7 presenta los ingredientes utilizados en la formulación, junto con los porcentajes de nutrientes aportados

por cada uno, constituyendo la base para la elaboración del alimento balanceado de origen vegetal.

**Tabla 7.** *Ingredientes utilizados en la formulación del alimento balanceado*

Ingredientes	Cantidad (lb)	Prot, % asumida	Proteína aportada (lb)	ME (kcal/kg)	ME (kcal/lb)	Energía aportada (kcal)	% Aporte proteína	% Aporte energía
Maíz molido	51	8	4,08	3400	1542,21	78652,92	18,15	59,25
Harina de soya	35	48	16,8	2450	1111,3	38895,55	74,73	29,3
Afrecho de trigo	10	16	1,6	1550	703,07	7030,68	7,12	5,3
Aceite vegetal	2	0	0	9000	4082,33	8164,66	0	6,15
Sal mineral + calcio	1	0	0	0	0	0	0	0
Premix vegetal vit-min	0,5	0	0	0	0	0	0	0
Achiote en polvo	0,5	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		<b>22,48</b>			<b>132743,81</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Se priorizó una formulación de una dieta 100 % de procedencia vegetal y mineral, elaborada con materias primas de disponibilidad local y costo accesible, con el propósito de garantizar un balance nutricional adecuado y evaluar la calidad tecnológica del proceso, aun cuando el alimento formulado no fue suministrado a las aves. Como aditivo natural se utilizó achiote (*Bixa orellana* L.), fuente de bixina y norbixina, cuya función estuvo orientada a lograr una pigmentación cutánea uniforme y estable.

El nivel de proteína bruta (PB) se obtuvo a partir del equilibrio entre nutrientes y materias primas, siguiendo parámetros establecidos en referencias técnicas y tablas nutricionales actualizadas.

### **Etapas 1: Selección y adquisición de materias primas**

Se seleccionaron maíz molido, harina de soya, afrecho de trigo, aceite vegetal, una premezcla vitamínico-mineral y achiote en polvo como pigmentante natural. Todos los ingredientes se adquirieron en el cantón El Carmen, provincia de Manabí, lo que asegura el

criterio de sostenibilidad y proximidad en la cadena de abastecimiento.

## Etapa 2: Dosificación y mezcla

La mezcla se efectuó en una mezcladora horizontal de eje rotativo eléctrica garantizando homogeneidad en la formulación. El orden de incorporación de los ingredientes se estableció de la siguiente manera: primero maíz y soya, seguidos por el afrecho de trigo, posteriormente la premezcla vitamínico-mineral, y finalmente el achiote, previamente dispersado en una fracción del aceite vegetal rojo para mejorar su distribución. El proceso concluyó con la adición del aceite restante, utilizado como recubrimiento interno para reducir la presencia de finos.

### 3.2 Diseño y selección de tecnologías

La dieta fue procesada mediante una peletizadora eléctrica modelo 9KLP150, con una capacidad de 80–150 kg·h<sup>-1</sup>, en función del diámetro de la matriz y la formulación utilizada. Para el acondicionamiento previo se ajustó la humedad del “pre-pellet” a un rango de 13–14 %, sin empleo de vapor, alcanzando una temperatura de salida entre 50°C. Estos parámetros permitieron la obtención de pellets de buena consistencia, con adecuada compactación y estabilidad física.

### 3.3 Plan de implementación de la peletizada para la elaboración de alimento balanceado en pollos camperos

**Tabla 8.** Etapas y actividades del sistema de peletización 9KLP150 para alimento de pollos camperos (metas 21–18–17 % PB)

Etapa del proceso	Actividad realizada
<b>Definición nutricional por etapa</b>	Se estableció: 0–3 sem = 21 % PB, $\mu\text{m}$ y pellet $\varnothing$ 2,0 mm; 4– 5 sem = 18 % PB, molienda $\approx$ 800 $\mu\text{m}$ y pellet $\varnothing$ 3,0 mm; 6 sem (finalización) = 17 % PB, molienda 900–1000 $\mu\text{m}$ y pellet $\varnothing$ 4,0 mm. Se definió achiote como único pigmentante.
<b>Recepción de materias primas</b>	Se verificó calidad y disponibilidad de maíz molido, harina de soya, afrecho de trigo, aceite vegetal, premezcla vitamínico-mineral y achiote en polvo.
<b>Molienda de ingredientes</b>	Se utilizó molino eléctrico con mallas acordes a la etapa (0,8; 1,0 y 1,2 mm) para alcanzar la granulometría objetivo.
<b>Mezclado de ingredientes</b>	Se realizó en la mezcladora horizontal con carga al 60–70 % del volumen útil. Se incorporó primero maíz y soya, luego afrecho, después la premezcla (vitamin ABC) y al final achiote en polvo previamente dispersado en una fracción de aceite vegetal manteniendo humedad requerida; se añadió el aceite restante para recubrimiento interno. El tiempo efectivo de mezcla fue 12 minutos.
<b>Inclusión de aditivos</b>	Se añadió la premezcla vitamínico-mineral conforme a la formulación por etapa y se dosificó achiote estandarizado como colorante natural. La dispersión previa en aceite permitió una distribución uniforme del pigmento.

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Actividad realizada</b>
<b>Verificación del mezclado</b>	La mezcla se elaboró procurando que fuera homogénea, de manera que todos los ingredientes quedaran distribuidos de forma uniforme. Para ello, se controló el tiempo de mezclado y el orden de incorporación de los insumos hasta alcanzar la uniformidad deseada.
<b>Peletizado del alimento</b>	Se utilizó peletizadora 9KLP150. Se ajustó la humedad del pre-pellet a 14%. La temperatura de descarga se mantuvo en 50 °C. Se instalaron matrices según etapa: 2,0 mm (inicial), 3,0 mm (crecimiento) y 4,0 mm (acabado).
<b>Enfriamiento y almacenamiento</b>	Posterior al peletizado, los pellets fueron enfriados a temperatura ambiente cumpliendo con las normas de inocuidad y salubridad establecidas para alimentos balanceados.

### 3.4 Resultados

#### 3.4.1 Formulación de alimento balanceado con ingredientes vegetales y minerales para pollos camperos en etapa inicial de (1–21 días de edad)

Se realizaron los cálculos del coeficiente de producto mediante el método de Pearson, empleando ingredientes de origen vegetal y mineral, ajustando el perfil de aminoácidos esenciales y el aporte de macro y microelementos, logrando satisfacer las necesidades nutricionales de la primera fase, con resultados de 21 % de proteína bruta y  $\geq 3\ 100$  kcal de energía metabolizable por kilogramo. La Tabla 9 presenta los ingredientes y las cantidades ajustadas para obtener el alimento con el valor nutricional adecuado para esta etapa. Para favorecer la ingestión temprana y mejorar la digestibilidad, el alimento se presentó en pellets de 2,0 mm, elaborados a partir de una molienda fina de 0,5 mm y siguiendo el esquema de peletización definido para la fase inicial.

**Tabla 9.** *Fórmula para 100 libras de alimento para etapa inicial (1-21 día) en pollos camperos*

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad (lb)</b>	<b>Función principal</b>
Maíz molido	51	Energía
Harina de soya	35	Proteína vegetal principal
Afrecho de trigo	10	Fibra digestible
Aceite vegetal palma rojo	2	Energía adicional
Sal mineral	1	Minerales esenciales
Suplemento vitamínico (ABC)	0,5	Vitaminas y minerales
Achiote en polvo	0,5	Pigmentante natural propiedades antioxidantes
<b>Total</b>	<b>100 lb</b>	

**Autora:** Angélica María Mecías

Según Rezaei et al. (2004), da a conocer en su estudio los requerimientos proteicos en pollos de engorde en fase inicial deben ajustarse cuidadosamente para garantizar un equilibrio entre ganancia de peso y conversión alimenticia. En esta investigación se aplicó un esquema progresivo con 21 % de proteína bruta (PB) de 0 a 3 semanas, 18 % de 4 a 5 semanas y 17 % a partir de la sexta semana, lo cual coincidió con lo reportado en la literatura como estrategia eficiente en la utilización de nutrientes.

### 3.4.2 Formulación de alimento balanceado para pollos camperos en etapa de crecimiento de (22–41 días edad)

Para la etapa de crecimiento se formuló el alimento balanceado siguiendo las tablas de necesidades nutricionales y aplicando el método de Pearson. La dieta obtenida presentó 18% de proteína bruta (PB) y 3 000 kcal de energía metabolizable (EM) por kilogramo, basada en aminoácidos esenciales digestibles y complementada con minerales provenientes de maíz, soya y afrecho disponibles localmente.

La formulación se ajustó según los objetivos productivos del sistema campero previamente establecidos, asegurando un equilibrio adecuado de nutrientes para esta fase. Para optimizar la presentación y las características físicas del balanceado, se definió el procesamiento en pellets de 3,0 mm de diámetro y 4 mm de longitud. De manera similar al balanceado formulado en la fase inicial, se incorporó achiote (*Bixa orellana* L.) al 0,5 %

**Tabla 10.** Fórmula para 100 libras de alimento balanceado para pollos camperos en etapa de crecimiento de (22–41 días edad)

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad (lb)</b>	<b>Función principal</b>
Maíz molido	60	Energía
Harina de soya	26	Proteína vegetal principal
Afrecho de trigo	10	Fibra digestible
Aceite vegetal	2	Energía adicional
Sal mineral	1	Minerales esenciales
Suplemento vitamínico (ABC)	1,5	Vitaminas y minerales
Achiote en polvo	0,5	Pigmentante natural propiedades antioxidantes
<b>Total</b>	<b>100 lb</b>	

**Autora:** Angélica María Mecías

Toledo et al. (2011), resaltan que en sistemas alternativos como el campero, un exceso

de proteína no necesariamente mejora el rendimiento productivo y, por el contrario, incrementa los costos de formulación. En este sentido, la reducción gradual de proteína a lo largo de las fases representó una práctica sostenible, capaz de optimizar la productividad sin generar gastos innecesarios.

### 3.4.3 Formulación de alimento balanceado para pollos camperos en etapa de acabado (42 días hasta el sacrificio)

Para la fase de acabado se formuló con la tabla Pearson un balanceado destinado a la etapa comprendida entre los 42 días y el sacrificio, utilizando ingredientes de origen vegetal y adicionando achiote (*Bixa orellana* L.) como pigmentante natural, de manera similar a las etapas anteriores. La formulación permitió obtener un alimento con 17 % de proteína bruta y 3 000 kcal de energía metabolizable por kilogramo, cumpliendo con los requerimientos nutricionales de los pollos camperos en esta fase. Los niveles de nutrientes fueron ajustados conforme a la información técnico científica disponible.

**Tabla 11.** Fórmula para 100 libras de alimento balanceado para pollos camperos en etapa de acabado (42 días al sacrificio)

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad (lb)</b>	<b>Función principal</b>
Maíz molido	62	Energía
Harina de soya	24	Proteína vegetal principal
Afrecho de trigo	10	Fibra digestible
Aceite vegetal	2	Energía adicional
Sal mineral	1	Minerales esenciales
Suplemento vitamínico (ABC)	1,5	Vitaminas y minerales
Achiote en polvo	0,5	Pigmentante natural propiedades antioxidantes
<b>Total</b>	<b>100 lb</b>	

**Autora:** Angélica María Mecías

De acuerdo con Leeson y Summers (2005), la granulometría y el tamaño del pellet son factores decisivos para mejorar la digestibilidad del almidón y la eficiencia de conversión alimenticia en aves. En este trabajo, la fase inicial se manejó con una molienda de 500  $\mu\text{m}$  y pellet de 2,0 mm, mientras que en la fase de crecimiento se incrementó a 800  $\mu\text{m}$  y pellet de 3,0 mm, y en la finalización se emplearon partículas de 900–1000  $\mu\text{m}$  con pellets de 3,5–4,0 mm. Esta progresión respondió al desarrollo fisiológico del aparato digestivo, permitiendo un mayor aprovechamiento de nutrientes.

Como señalan Portilla (2024) y Ríos (2018), el empleo de pigmentantes naturales en dietas avícolas constituye una estrategia eficiente para mejorar la apariencia del producto final. En esta investigación se incorporó achiote (*Bixa orellana* L.) al 0,5 % como único pigmentante vegetal, aportando bixina y norbixina, compuestos responsables de una pigmentación uniforme y estable en piel y tarsos.

Rezaei et al. (2004) coinciden en que la inclusión de pigmentantes naturales en la dieta no afecta negativamente la ganancia de peso ni la conversión alimenticia, lo que refuerza su pertinencia como alternativa a los aditivos sintéticos.

#### 3.4.4 Costos de formulación del alimento por etapa en pollos camperos

El costo total de las materias primas utilizadas en la formulación del alimento balanceado vegetal para la etapa inicial fue de US\$ 30,22 por cada 45 kg de mezcla (Tabla 12). Este valor corresponde únicamente a los ingredientes, sin incluir gastos de mano de obra, energía o transporte. El desglose mostró que el maíz molido representó el 45,6 % del costo total, seguido por la harina de soya con 40,5 %, lo que en conjunto concentró el 86,1 % de la inversión.

Estos dos insumos constituyeron la base energética y proteica de la dieta. En proporciones menores se ubicaron el afrecho de trigo (8,3 %), el aceite vegetal (2,3 %), la sal mineral + calcio (1,6 %), la premezcla vitamínico-mineral (0,8 %) y el achiote en polvo (0,8 %). Aunque de bajo impacto económico, estos ingredientes cumplieron funciones específicas en la formulación, aportando fibra, lípidos esenciales, minerales, vitaminas y pigmentación natural.

**Tabla 12.** Costos de los ingredientes del alimento balanceado vegetal para pollos camperos (por 45 kg comerciales) en etapa inicial

Ingrediente	Cantidad (lb)	Precio unitario (\$/lb)	Costo (\$)
Maíz molido	51	0,27	13,77
Harina de soya	35	0,35	12,25
Afrecho de trigo	10	0,25	2,5
Aceite vegetal (rojo de palma)	2	0,35	0,7
Sal mineral	1	0,5	0,5
Suplemento vitamínico (ABC)	0,5	0,5	0,25
Achiote en polvo	0,5	0,5	0,25
<b>Total etapa inicial</b>	<b>100</b>		<b>30,22</b>

**Autora:** Angélica María Mecias

**Tabla 13.** Costos de los ingredientes del alimento balanceado vegetal para pollos camperos (por 45 kg comerciales) en etapa de crecimiento.

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad (lb)</b>	<b>Precio unitario (\$/lb)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Maíz molido	59	0,27	15,93
Harina de soya	27	0,35	9,45
Afrecho de trigo	10	0,25	2,5
Aceite vegetal (rojo de palma)	2	0,35	0,7
Sal mineral	0,5	0,5	0,25
Suplemento vitamínico (ABC)	0,5	0,5	0,25
Achiote en polvo	1	0,5	0,5
<b>Total etapa engorde</b>	<b>100</b>		<b>29,58</b>

**Autora:** Angélica María Mecías

El costo total de las materias primas utilizadas en la formulación del alimento balanceado vegetal para la etapa de engorde fue de US\$ 29,58 por cada 45 kg de mezcla (Tabla 13). Este valor refleja únicamente el gasto en insumos, sin contemplar costos adicionales de procesamiento, energía, transporte o mano de obra. El desglose de costos mostró que el maíz molido constituyó el ingrediente de mayor peso económico, con un aporte del 53,9 % del total, seguido de la harina de soya con el 31,9 %. En conjunto, estos dos insumos representaron el 85,8 % del costo total, consolidándose como la base energética y proteica de la dieta. En menor proporción participaron el afrecho de trigo con 8,4 %, el aceite vegetal (rojo de palma) con 2,4 %, la sal mineral + calcio con 0,8 %, la premezcla vitamínico-mineral con 0,8 % y el achiote en polvo con 1,7 %. Aunque su contribución al costo fue reducida, estos ingredientes desempeñaron un papel esencial en el equilibrio nutricional, aportando fibra, lípidos esenciales, minerales, vitaminas y pigmentación natural en la etapa final de crecimiento.

**Tabla 14.** Costos de formulación del alimento balanceado vegetal para pollos camperos (por 40 kg comerciales) en etapa de finalización

<b>Ingrediente</b>	<b>Cantidad (lb)</b>	<b>Precio unitario (\$/lb)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Maíz molido	62	0,27	16,74
Harina de soya	24	0,35	8,4
Afrecho de trigo	10	0,25	2,5
Aceite vegetal (rojo de palma)	2	0,35	0,7
Sal mineral	1	0,5	0,5
Suplemento vitamínico (ABC)	0,5	0,5	0,25
Achiote en polvo	0,5	0,5	0,25
<b>Total etapa engorde</b>	<b>100</b>		<b>29,34</b>

El costo total de las materias primas utilizadas en la formulación del alimento balanceado vegetal para la etapa de finalización fue de US\$ 29,34 por cada 45 kg de mezcla (Tabla 14). Este valor corresponde únicamente al gasto en insumos, sin considerar costos adicionales de mano de obra, energía o transporte. El desglose mostró que el maíz molido constituyó el principal componente económico con una participación del 59,7 % (US\$ 16,74), seguido de la harina de soya, que representó el 26,9 % (US\$ 8,40). En conjunto, estos dos ingredientes sumaron el 86,6 % del costo total, confirmando su papel central como base energética y proteica de la dieta. En menor proporción intervinieron el afrecho de trigo con 8,0 % (US\$ 2,50), el aceite vegetal (rojo de palma) con 2,2 % (US\$ 0,70), y los aditivos complementarios de bajo impacto económico: sal mineral + calcio, premezcla vitamínico-mineral y achiote en polvo, con participaciones entre 0,8 % y 1,0 % cada uno.

Las variaciones entre etapas (US\$ 30,22 inicial; US\$ 29,58 engorde; US\$ 29,34 finalización) se explicaron por ajustes en proteína y proporciones de ingredientes, en concordancia con los requerimientos fisiológicos de las aves. Los insumos secundarios, como el afrecho de trigo, el aceite vegetal y el achiote, representaron menos del 10 % del costo, pero aseguraron fibra, energía complementaria, pigmentación y micronutrientes esenciales (Portilla, 2024).

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

- Se logró implementar satisfactoriamente el equipo de peletización para la elaboración de alimento balanceado en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, en la carrera de Ingeniería Agropecuaria. Esta implementación fortalece los procesos académicos, de investigación y de vinculación con la comunidad, al constituirse en una herramienta tecnológica estratégica que optimiza la formulación y producción de dietas balanceadas. Con ello se garantiza mayor homogeneidad, mejor aprovechamiento de los nutrientes e incorporación de insumos locales, reduciendo la dependencia de productos externos y los costos de traslado. Además, su funcionamiento contribuye de manera directa a incrementar la eficiencia y productividad en los sistemas de crianza animal, generando beneficios tanto para la formación de los estudiantes como para el desarrollo agropecuario de la región.
- Los alimentos balanceados fueron formulados mediante el método de Pearson, utilizando ingredientes de origen vegetal y mineral, ajustando sus características nutricionales según las necesidades de cada fase. En la fase inicial, se diseñó con 21 % de proteína bruta, con un costo unitario de US\$ 0,302 por libra (US\$ 0,756/kg), representando un costo de ingredientes de US\$ 30,22 por 100 libras (45 kg) de formulación. En la fase de engorde, se estableció con 18 % de proteína bruta, con un costo unitario de US\$ 0,295 por libra (US\$ 0,74/kg), alcanzando un costo de ingredientes de US\$ 29,58 por 100 libras (45 kg). Finalmente, en la fase de finalización, se formuló con 17 % de proteína bruta, con un costo unitario de US\$ 0,293 por libra (US\$ 0,78/kg), lo que representó un costo de US\$ 29,34 por 100 libras (45 kg) de formulación. Estas formulaciones cumplieron con los niveles de proteína y energía previstos en cada etapa, garantizando un balance nutricional adecuado y eficiente según los ingredientes empleados. Además, se logró un balanceado de procedencia vegetal y mineral que responde a las necesidades de productores avícolas y consumidores que requieren alimentos vegetales, sin generar cambios en las características sensoriales de la carne.

## **RECOMENDACIONES**

- Fortalecer el uso del sistema de peletización mediante la capacitación continua de estudiantes y técnicos, asegurando un manejo adecuado del equipo para maximizar la homogeneidad de los pellets y la eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes.
- Ampliar la utilización de insumos locales en la formulación de los balanceados, priorizando materias primas de la zona, con el fin de reducir costos de transporte y contribuir a la sostenibilidad de la producción animal en la región.
- Promover proyectos educativos y de vinculación con la comunidad, orientados a que estudiantes y productores locales participen en el diseño, elaboración y evaluación de alimentos balanceados, fortaleciendo las capacidades técnicas, la transferencia de conocimiento y el impacto social de la universidad en el territorio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdollahi, M., Ravindran, V., & Svihus, B. (2013a). Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal feed science and technology*, 179(1-4), 1-23.
- Abdollahi, M., Ravindran, V., & Svihus, B. (2013b). Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal feed science and technology*, 179(1-4), 1-23.
- Andrade, E. S. (2021). Estudio de factibilidad para la producción de pollos camperos en el cantón El Carmen. [Thesis, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5119>
- Andrade–Yucailla, V., Burgos, J. C. V., & Lima, O. (2017). Comportamiento productivo de dos fenotipos de pollos camperos en la región Amazónica de Ecuador. *Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología*, 6(1), 1-8.
- Ankuash-Mashutak, M. F. (2016). Comportamiento de los principales parámetros productivos de dos fenotipos de pollos camperos en un sistema semi\_intensivo de alimentación con pastoreo de maní forrajero (*Arachis pontio*). [bachelorThesis, Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/305>
- Aranibar, J. C. (2017). Efecto de diferentes niveles de inclusión de maíz entero antes del peletizado sobre el rendimiento de los pollos de engorde de la línea Ross 708® [Tesis de grado]. Escuela Agrícola Panamericano «Zamorano».
- Bedoya, D. (2020). Efecto de cuatro niveles (5, 10, 15 Y 20%) de harina de papa (*Solanum tuberosum*) en la alimentación de pollos de engorde en la fase de crecimiento y acabado en el ceasa. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6737/1/PC000897.pdf>
- Cabrera, A. (2015). Sustitución de diferentes porcentajes de balanceado comercial por maíz en el rendimiento productivo y calidad de la canal de pollos camperos en el cantón Loja [Tesis de grado]. Universidad Nacional De Loja. Loja.
- Cambar, L. L., González, C. O., & Álvarez, E. L. (2012). Inclusión de harina deshidratada de follaje de morera (*Morus alba* L.) en la alimentación del pollo campero. *Revista Científica UDO Agrícola*, 12(3), 653-659.
- Campos, J. T., Escalona, M. A., Nichorzon, M. R., Ramírez, L. C., & Silva-Acuña, R. (2021). Características productivas en pollos de engorde utilizando harina de orégano como

- promotor de crecimiento. Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103, 12(2), 107-115.
- Castro, M. (2014). Evaluación Del Comportamiento Del Pollo Broiler Durante El Proceso Productivo, Alimentado Con Harina De Camarón a Diferentes Niveles (7, 14, 21 Y 28%) En Sustitución Parcial De La Torta De Soya Como Fuente De Proteína En La Formulación De Balanceado [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/20293/1/96T00902.pdf>
- Cedeño, R. E., & Álava, P. G. (2024). Inclusión de harina de alfalfa (*Medicago sativa*) en pollos de engorde COBB 500 sobre los parámetros productivos y de salud [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López]. [https://repositorio.esPAM.edu.ec/bitstream/42000/2463/1/TIC\\_MV80D.pdf](https://repositorio.esPAM.edu.ec/bitstream/42000/2463/1/TIC_MV80D.pdf)
- Cedeño-Párraga, J. P. (2022). Reemplazo del balanceado comercial bajo el efecto de cuatro niveles porcentuales de maíz vitaminado en la alimentación de pollos camperos. [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5147>
- Cepero, R. C. (2018). Nutrición y alimentación animal en sistemas extensivos en avicultura. Revista Electrónica de Veterinaria, 6-11.
- Chávez, C. P., & Pozo, J. R. (2022). Producción y comercialización de pollos orgánicos en Ecuador" [Thesis, ESPAE - ESPOL]. <http://www.dspace.esPOL.edu.ec/handle/123456789/55884>
- Coaquira-Arratia, M. E. (2014). Efecto del suministro de alimento micro peletizado en gallinas ponedoras en la fase inicial de cría (provincia Chapare—Cochabamba) [Tesis de Grado]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/5215>
- Covaleda, N. C. (2012). Evaluación de la Influencia en la Calidad de Alimento para Pollo de Engorde Utilizando Acondicionamiento con Aplicación de Vapor en Varios Puntos. Publicaciones e Investigación, 6, 101-112.
- Cujilema-Cujilema, C. M. (2016). Comportamiento de los principales parámetros productivos de dos fenotipos de pollos camperos con un sistema estabulado y alimentación balanceada en el centro de investigación de la biodiversidad Amazónica ( CIPCA). [bachelorThesis, Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/312>
- De La Cruz, D. L. (2022). Producción de pollos camperos (*Gallus gallus*) con tres sistemas alternativos de crianza Puerto Limón—Santo Domingo. [Tesis de grado, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/5162>

- Del Ágila, T. (2016). Optimización de la mezcla de dietas para la elaboración de alimento balanceados con requisitos predeterminados en aves de engorde [Tesis de Maestría, Universidad Nacional De Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/server/api/core/bitstreams/40dee24b-52ce-42a2-9a81-71a70849d83c/content>
- Dominguez, D., Grassauer, F., Zhu, Y., Ardestani-Jaafari, A., & Pelletier, N. (2023). Allocation methods in life cycle assessments (LCAs) of agri-food co-products and food waste valorization systems: Systematic review and recommendations. *Journal of Cleaner Production*, 138488.
- Fernandez Silva, G. M. (2024). Evaluación de la adición de harina de zanahoria (*Daucus carota* L.) como aditivo alimenticio en la dieta de pollos camperos desde la etapa de crecimiento [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/44590>
- Fumero, J. E., Godínez, O., & García, A. (2009). Guía básica para la cría de pollos camperos en avicultura familiar. *Revista Cubana de Ciencia Avícola*, 33(2). <https://agris.fao.org/search/en/providers/122642/records/64724ca553aa8c8963058fe3>
- Gambini, H. E. (2022). Viabilidad para la implementación de una planta de alimento balanceado para pollos de engorde, Catacaos 2022 [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87388>
- Garzón, C. M., & Mendes, L. A. (2021). Prototipo de una máquina peletizadora para la fabricación de balanceado utilizado en la alimentación de conejos [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1e77537f-8cef-4593-ae3a-a49a967bb641/content>
- Google Maps. (2024). Ubicación geográfica del ensayo [Ubicación geográfica del ensayo]. <https://www.google.com/maps/@-0.2643624,-79.4325654,6978m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu>
- Hermida, H. (2015). Inclusión de harina de raíz de yuca en la dieta de pollos camperos K-53. *Pastos y Forrajes*, 38(2), 207-212.
- Hernández, M. del R. (2023). Formulación de un balanceado a base de cochinilla (*Dactylopusis Coccus*) como sustituto a la soya para pollos de engorde [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/20293>
- INAMHI. (2022, abril 16). Anuario metereológico. Instituto Nacional de Meteorología e

Hidrología.

[http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum\\_institucion/anuarios/meteorologicos/Am\\_2013.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf).

- INEC. (2020). Documento metodológico de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Metodologia%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Metodologia%20ESPAC%202020.pdf)
- Jacome, J., Chicaiza, M. D. la C., Enríquez, X. V., Zambrano, J. E., & Rosado, V. M. (2024). PIGMENTOS NATURALES EN LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA [Text.Chapter]. Editorial Erevna Ciencia Ediciones. <https://doi.org/10.70171/487rr081>
- Juárez-Caratachea, A., Sarmiento-Franco, L., & Segura-Correa, J. (2010). Efecto de la relación pellet: Harina en la dieta sobre el rendimiento productivo de gallinas de postura. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 12(1), 135-138.
- Macay, M. A., Cevallos, V. C., Guzmán, P. J., & Andrade, D. Y. (2023). Optimización de la Carga Animal De Pollos Camperos para la Supresión Efectiva de Arvenses en Sistemas Agroecológicos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 3917-3928.
- Macias-Quimbiamba, A. G. (2022). Comportamiento productivo de cuatro fenotipos en pollos camperos con la suplementación de germinados de maíz (*Zea mays*), soya (*Glycine max*), alfalfa (*Medicago sativa*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*), en El Carmen—Manabí – Ecuador. [Thesis]. <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/5184>
- Morales, J., & Torrealba, M. A. (2011). Formulacion de alimentos balanceados para pollos, bovinos de carne y porcino, considerando diferentes etapas de crecimiento, utilizando materias primas alternativas. *Agrollanía*, 8, 73-78.
- Moya, F. (2018). Comportamiento bioproductivo en pollos camperos alimentados con la sustitución de harina de *Arachis pintoi*, en Napo-Ecuador. [Tesis de Grado, Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/1097/1/FAUSTO-MOYA-MAESTRIA-EN-AGRONOMIA-POLLOS-CAMPEROS-2018.pdf>
- Pinzón González, V. E., & Sandoval Díaz, C. A. (2023). Ventajas en la implementación pelletizada en un criadero de pollos en el municipio de Soledad Atlántico.
- Portilla, K. G. (2024). Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana* L.) sobre la pigmentación de los tarsos y presencia de enterobacterias en pollos camperos [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/44820>

- Quiñonez, I. S. (2023). Uso de diferentes formulaciones para evaluar el rendimiento productivo de pollos Broiler Cobb 500 en el Cantón Urdaneta [bachelorThesis, BABAHOYO: UTB, 2023]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14809>
- Ravindran, V. (2013). Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(3), 628-636.
- Rezaei, M., Moghaddam, H. N., Reza, J. P., & Kermanshahi, H. (2004). The effects of dietary protein and lysine levels on broiler performance, carcass characteristics and N excretion. *International Journal of Poultry Science*, 3(2), 148-152.
- Ríos, S. (2018). Evaluación del pigmentante natural *Bixa orellana* L. (Achiote) en la dieta de pollos de engorde en el cantón Morona [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Chimborazo]. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/415a7cd2-56d9-4549-b188-cb30a61d45c9>
- Sánchez-Quinche, A. R., Muñoz-Izquierdo, C. D., Jurado-Correa, J. M., León-Armijos, E. M., & Pimposa-Ortiz, D. E. (2021). Efecto de una dieta sin antibióticos, coccidiostatos y aminoácidos sintéticos en pollos sexados Cobb 500. *Ciencia y Agricultura*, 18(3), 63-77.
- Supliguicha, K. (2023). Evaluación de diferentes niveles de harina de cúrcuma (*Cúrcuma longa*) en la alimentación de pollos camperos [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21995>
- Toledo, R. S., Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Vargas Junior, J. G. de, & Carvalho, D. C. de O. (2011). Crude protein level of pre-starter diets and nutritive solution for broilers. *Revista brasileira de zootecnia*, 40, 2199-2204.
- Vargas, R. (2003). Composición del mercado nacional de alimentos balanceados para tilapia de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 89-95.
- Villota, K. J. (2022). Evaluación de la inclusión de un suplemento orgánico proteico a base de suero de leche en la alimentación de pollos camperos de 15 días de edad [Tesis de Grado, PUCE Ibarra]. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/42717>
- Villota-Valencia, K. J. (2022). Evaluación de la inclusión de un suplemento orgánico proteico a base de suero de leche en la alimentación de pollos camperos de 15 días de edad. 1(1), 6-10.
- Zambrano, D., Yopez, P., Jinés, H., & Zambrano, N. (2015). Niveles de harinas de hojas de Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) y Morera (*Morus alba*) en dietas para pollos camperos. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 55, 60.

## ANEXOS

### Anexo 1. Entrega de la implementación de la mezcladora para la elaboración de alimento balanceado



**Anexo 2. Acta de entrega de la implementación del sistema de peletización en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen**



**ACTA DE ENTREGA – RECEPCIÓN**

En la ciudad de El Carmen, provincia de Manabí, a los **cuatro (4) días del mes de agosto del año dos mil veinticinco (2025)**, en las instalaciones de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen, se deja constancia que:

Los estudiantes **Álava Sánchez Gema Jessenia** con C.I. 1314914399, **Cedeño Bravo Gabriel Fernando** con C.I. 1315618403, **Cedeño Giler Jandry Ariosto** con C.I. 2300169469, **Cedeño Moreira Cindy Dayana** con C.I. 1313491019, **Cedeño Zambrano Angie Andreina** con C.I. 1724132145, **Cevallos Balarezo Lorena Lisbeth** con C.I. 1315441202, **Chicaiza Lozano Víctor Fernando** con C.I. 2350557795, **Demera Aray Cristian Adrián** con C.I. 2300146095, **Gaibor Anchundia Estefany Johana** con C.I. 1720058682, **Loor Gómez Jeniffer Lisbeth** con C.I. 2300558794, **Loor Loor Dina Esther** con C.I. 2350563942, **Marquez Torres Keilly Jamileth** con C.I. 2350892283, **Mecías Acosta Angélica María** con C.I. 1313628784, **Mendoza Mendieta Edison Antonio** con C.I. 1727248872, **Menéndez Bermúdez Juan Ignacio** con C.I. 2300665979, **Zambrano García María Belén** con C.I. 1752400976 de la carrera de **Ingeniería Agropecuaria**, hacen entrega formal de:

Una **Pelletizadora eléctrica** de balanceado con las siguientes características:

- Producción: 120kg/h - 150kg/h
- Potencia: 4,5 kw/6HP
- RPM: 1440 (50Hz/60Hz)
- Voltaje: 220V AC monofásico
- Corriente: 22A.

Una **Mezcladora eléctrica** con las siguientes características:

- Voltaje: 220v ac
- Corriente: 18.6A
- Potencia: 4kW
- RPM (Motor): 1440
- RPM (Mezclado): 60
- Aceite (Caja reductora): SAE 80W90



Un **Molino Industrial** con las siguientes características:

- IP: 44
- Frecuencia: 60 Hz
- Motor: 3 hp
- Voltaje: 220
- RPM: 3376

Los estudiantes realizan la donación de implementos como contribución voluntaria a la Universidad, en el marco de su proceso de titulación, destinada al fortalecimiento institucional de la Extensión El Carmen.

Para constancia de lo actuado, firman en dos ejemplares de igual tenor y valor, los estudiantes y el señor Decano de la Extensión.

**ENTREGA:**

Álava Sánchez Gema Jessenia  
C.I. 1314914399

Cedeño Bravo Gabriel Fernando  
C.I. 1315618403

Cedeño Giler Jandry Ariosto  
C.I. 2300169469

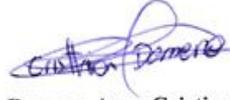
Cedeño Moreira Cindy Dayana  
C.I. 1313491019

Cedeño Zambrano Angie Andreina  
C.I. 1724132145

Cevallos Balarezo Lorena Lisbeth  
C.I. 1315441202



**Chicaiza Lozano Víctor Fernando**  
C.I. 2350557795



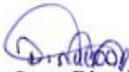
**Demera Aray Cristian Adrián**  
C.I. 2300146095



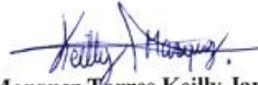
**Gaibor Anchundia Estefany Johana**  
C.I. 720058682



**Llor Gómez Jeniffer Lisbeth**  
C.I. 2300558794



**Llor Llor Dina Esther**  
C.I. 2350563942



**Marquez Torres Keilly Jamileth**  
C.I. 2350892283



**Mecías Acosta Angélica María**  
Antonio  
C.I. 1313628784



**Mendoza Mendieta Edisson**  
C.I. 1727248872

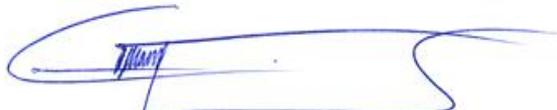


**Bermúdez Bermúdez Juan Ignacio**  
C.I. 2300665979



**Zambrano García María Belén**  
C.I. 1752400976

**RECEPCIÓN:**



**Dr. Fermístocles Bravo Tuárez, Mg.**  
Decano – Extensión El Carmen

**Anexo 3. Factura de adquisición de equipos para la formulación y procesamiento de alimento balanceado vegetal en la Granja Experimental Río Suma**



**MAXFARMER SAS**  
 DIRECCIÓN MATRIZ: AV. CHONE N 6-49 Y AV. PUERTO ILA  
 SANTO DOMINGO - ECUADOR  
 DIRECCIÓN SUCURSAL: AV. CHONE N 6-49 Y AV. PUERTO ILA  
 SANTO DOMINGO - ECUADOR  
 Contribuyente Especial Nro: NO ESPECIAL  
 OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD:SI

NO: 001-020-000004106  
 NUMERO DE AUTORIZACIÓN  
 1807202501239063846100120010200000041060000412715  
 FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN:  
 AMBIENTE: PRODUCCION  
 EMISIÓN: NORMAL  
 CLAVE DE ACCESO  
  
 1807202501239063846100120010200000041060000412715

<b>Cliente</b>	UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI			<b>Fecha Emisión</b>	18/07/2025
<b>CI/RUC</b>	1360002170001	<b>Celular</b>		<b>Fecha Vencimiento</b>	25/07/2025
<b>Teléfono</b>		<b>Forma Pago</b>	CREDITO INMEDIATO	<b>Provincia</b>	MANABI
<b>Dirección</b>	S/N - VIA A SAN MATEO Referencia: ATRAS DEL CENTRO COMERCIAL LOPEZ			<b>Plaza</b>	BAHIA DE CARAQUEZ
<b>Lugar</b>	SUCRE			<b>Ciudad</b>	SUCRE

Código	Cant	Uni	Descripción	IVA	Valor. Unit	Desc %	Valor. Tot
GRIM505	1.00	UNI	Mezcladora 150kg 220v/60hz	00	1050.000000	0.00	1,050.000
GRIP503	1.00	UNI	Pelletizadora de balanceado 120kg/h - 150kg/h 220v/60hz	00	1100.000000	0.00	1,100.000
GRIM504	1.00	UNI	Molino 6QQ x hora (220v 3hp)	00	2200.000000	0.00	2,200.000

**Información Adicional**  
 DIRECCION: S/N - VIA A SAN MATEO Referencia: ATRAS DEL CENTRO  
 FORMA PAGO: CREDITO INMEDIATO  
 RESPONSABLE: NANCY ELIZABETH PACA MOROCHO

SUBTOTAL IVA 15%	0.00
SUBTOTAL 0%	4350.00
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	4350.00
ICE	0.00
IVA 15%	0.00
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>4350.00</b>

## Anexo 4. Ficha Técnica de la peletizadora

### FICHA TÉCNICA

MAX FARMER  
SPECIALTY FEEDS EQUIPMENT

## PELETIZADORA ELÉCTRICA 80kg/hr - 150kg/hr



Máquina para piensos utilizada principalmente para la producción a pequeña escala de piensos para animales y aves de corral.

### ATRIBUTOS

Es adecuado para granular una variedad de materias primas. Bajo ruido y larga vida útil.

### Especificaciones técnicas

Motor

Potencia:	4,5 kw/6HP
RPM:	1440 (50Hz/60Hz)
Voltaje :	220V AC monofásico
Corriente:	22A

**Modelo 9KLP100**

**Modelo 9KLP150**

Matriz 6.0mm 100KG/H	Matriz 6.0mm 150KG/H
Matriz 3.8mm 80KG/H	Matriz 3.8mm 120KG/H
Matriz 2.0mm 60KG/H	Matriz 2.0mm 100KG/H



## Anexo 5. Cálculo del balance proteico utilizando el diagrama del cuadrado de Pearson para etapa inicial

Para alcanzar un contenido proteico del 21 % en la dieta vegetal para pollos camperos, se utilizó el diagrama del cuadrado de Pearson, una herramienta técnica ampliamente empleada en nutrición animal para formular raciones balanceadas a partir de dos ingredientes con diferente concentración de proteína bruta.

Los ingredientes seleccionados fueron:

- Harina de maíz, con 8 % de proteína bruta.
- Harina de soya, con 40 % de proteína bruta.

El procedimiento fue el siguiente:

Se colocaron los niveles proteicos de los ingredientes en las esquinas del cuadrado:

- Maíz: 8 %
- Soya: 40 %

En el centro del cuadrado se ubicó el requerimiento nutricional deseado:

- Requerimiento: 21 %

Se calcularon las diferencias en diagonal para establecer las proporciones relativas:

- Diferencia entre soya y requerimiento: 19 (40 – 21)
- Diferencia entre maíz y requerimiento: 13 (21 – 8)

Estas diferencias determinan las partes relativas de inclusión:

- Maíz: 19 partes
- Soya: 13 partes
- Total: 32 partes

Se calcularon los porcentajes de inclusión de cada ingrediente:

- Maíz:  $(19 \div 32) \times 100 = 59,38 \%$
- Soya:  $(13 \div 32) \times 100 = 40,62 \%$

Verificación del aporte proteico de la mezcla:

- Aporte de maíz:  $59,38 \times 0,08 = 4,75 \%$
- Aporte de soya:  $40,62 \times 0,40 = 16,25 \%$
- Total proteína 21%

Materias primas	Prot Bruta	Requerimiento	Diferencia	%	Aporte %
Maíz	8	21	19	59,375	4,75
Soya	40	21	13	40,625	16,25
			32	100	21

	Lb	2Lb	
Harina maíz	48		100
Harina de soya	38		10 ?
afrecho trigo	10		
aceite	2		0,05
Sal y calcio	1		
Vit y minerales	0,5		
Achiote	0,5		
%	100		

Engorde	
Harina maíz	51
Harina de soya	35
afrecho trigo	10
aceite	2
Sal y calcio	1
Vit y mineral	0,5
Achiote	0,5
%	100

**Anexo 6.** Cálculo del balance proteico utilizando el diagrama del cuadrado de Pearson en etapa de crecimiento (29–57 días edad)

Para alcanzar un contenido proteico del 18 % en la dieta vegetal para pollos camperos, se empleó el diagrama del cuadrado de Pearson, una herramienta técnica comúnmente utilizada en nutrición animal para formular raciones balanceadas a partir de dos ingredientes con diferentes niveles de proteína.

Los ingredientes seleccionados fueron:

- Harina de maíz, con 8 % de proteína bruta.
- Harina de soya, con 40 % de proteína bruta.

El procedimiento fue el siguiente:

1. Se colocaron los niveles de proteína bruta de los ingredientes en las esquinas del cuadrado:
  - Maíz: 8 %
  - Soya: 40 %
2. En el centro se fijó el requerimiento de proteína deseado:
  - Requerimiento: 18 %
3. Se calcularon las diferencias en diagonal:
  - Diferencia entre soya y requerimiento: 22 (40 – 18)
  - Diferencia entre maíz y requerimiento: 10 (18 – 8)
4. Estas diferencias representaron las partes relativas de inclusión:
  - Maíz: 22 partes
  - Soya: 10 partes
  - Total: 32 partes
5. Se calcularon los porcentajes de inclusión:
  - Maíz:  $(22 \div 32) \times 100 = 68,75 \%$
  - Soya:  $(10 \div 32) \times 100 = 31,25 \%$
6. Verificación del aporte proteico de la mezcla:
  - Aporte del maíz:  $68,75 \times 0,08 = 5,5 \%$
  - Aporte de la soya:  $31,25 \times 0,40 = 12,5 \%$
  - Proteína total en la mezcla = 18,0 %

Materias primas	Prot Bruta	Requerimiento	Diferencia	%	Aporte %
Maíz	8	18	22	68,75	5,5
Soya	40	18	10	31,25	12,5
			32	100	18

Lb		2Lb	
Harina maiz	48		
Harina de soya	38		
afrecho trigo	10		
aceite	2		
Sal y calcio	1		
Vit y minerales	0,5		
Achiote	0,5		
%	100		

Engorde	
Harina maiz	59
Harina de so	27
afrecho trigo	10
aceite	2
Sal y calcio	1
Vit y mineral	0,5
Achiote	0,5
%	100

**Anexo 7. Cálculo del balance proteico utilizando el diagrama del cuadrado de Pearson en etapa de acabado (57 días al sacrificio)**

Para alcanzar un contenido proteico del 17 % en la dieta vegetal destinada a pollos camperos en la fase de finalización, se aplicó el diagrama del cuadrado de Pearson, técnica comúnmente utilizada en nutrición animal para formular raciones balanceadas a partir de dos ingredientes principales con diferentes niveles de proteína bruta.

Los ingredientes seleccionados fueron:

- Harina de maíz, con 8 % de proteína bruta.
- Harina de soya, con 40 % de proteína bruta.

El procedimiento fue el siguiente:

1. Se colocaron los niveles de proteína en las esquinas del cuadrado:
  - Maíz: 8 %
  - Soya: 40 %
2. En el centro se ubicó el requerimiento deseado:
  - Requerimiento: 17 %
3. Se calcularon las diferencias en diagonal:
  - Diferencia entre soya y requerimiento: 23 (40 – 17)
  - Diferencia entre maíz y requerimiento: 9 (17 – 8)
4. Estas diferencias definieron las proporciones relativas:
  - Maíz: 23 partes
  - Soya: 9 partes
  - Total: 32 partes
5. Se calcularon los porcentajes de inclusión:
  - Maíz:  $(23 \div 32) \times 100 = 71,88 \%$
  - Soya:  $(9 \div 32) \times 100 = 28,12 \%$

6. Verificación del aporte proteico:

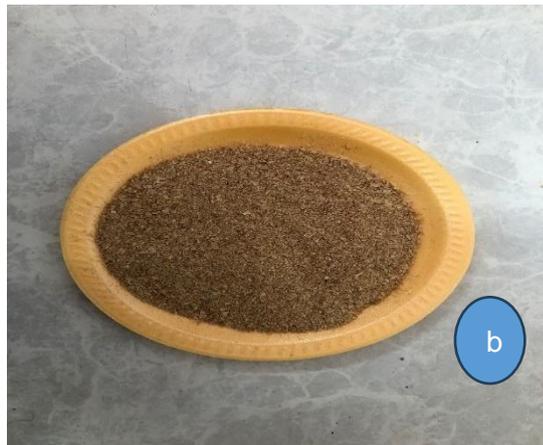
- Aporte de maíz:  $71,88 \times 0,08 = 5,75 \%$
- Aporte de soya:  $28,12 \times 0,40 = 11,25 \%$
- Proteína total en la mezcla:  $17,0 \%$

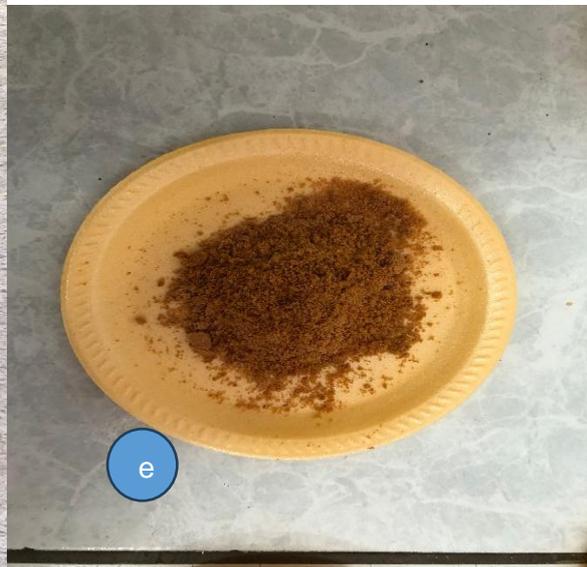
Materias primas	Prot Bruta	Requerimiento	Diferencia	%	Aporte %
Maíz	8	17	23	71,875	5,75
Soya	40	9	32	28,125	11,25
				100	17

Engorde	
Harina maiz	62
Harina de soya	24
afrecho trigo	10
aceite	2
Sal y calcio	1
Vit y minerales	0,5
Achiote	0,5
%	100

**Anexo 8.** Recepción de las materias primas Soya (a), afrecho de trigo (b), suplemento vitamínico ABC (c), aceite rojo (d), achiote (f) y harina de maíz





**Anexo 9. Molienda de ingredientes**



**Anexo 10. Mezclado de ingredientes y aditivos**



**Anexo 11. Verificación del mezclado**



**Anexo 12. Peletizado del alimento**



**Anexo 13. Recolección y enfriamiento de pellets**

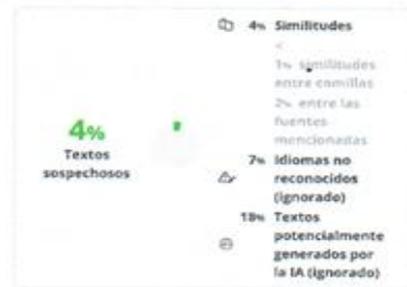


**Anexo 14. Evaluación de parámetros físicos longitud y diámetro**





# Mecias Acosta Angelica\_ Implementación en un sistema de peletización en la producción de alimento para pollos camperos.



Nombre del documento: Mecias Acosta Angelica\_ Implementación en un sistema de peletización en la producción de alimento para pollos camperos.docx  
ID del documento: 95965eb87da3c01c5a3563dda8ed62acb7315e5f  
Tamaño del documento original: 5,67 MB

Depositante: Janeth Jácome Gómez  
Fecha de depósito: 14/8/2025  
Tipo de carga: interface  
Fecha de fin de análisis: 14/8/2025

Número de palabras: 13.022  
Número de caracteres: 87.607

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes de similitudes

### Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario <small>eliminar</small> Viene de otro grupo 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (31 palabras)
2	agris.fao.org   GUÍA BÁSICA PARA LA CRÍA DE POLLOS CAMPEROS EN AVICULTUR... <a href="https://agris.fao.org/search/en/providers/122642/reports/64724ca553aa6c9b3054f3">https://agris.fao.org/search/en/providers/122642/reports/64724ca553aa6c9b3054f3</a>	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (33 palabras)
3	www.lammi.ciheam.org   Allocation methods in life cycle assessments (LCAs... Ca... <a href="https://www.lammi.ciheam.org/text_doc/apeac_cis/index.php?file=noticia_display&amp;id=50184">https://www.lammi.ciheam.org/text_doc/apeac_cis/index.php?file=noticia_display&amp;id=50184</a>	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (25 palabras)
4	repositorio.utc.edu.ec   Efecto de cuatro niveles (5, 10, 15 y 20%) de harina de p... <a href="https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/4377">https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/4377</a> 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (32 palabras)
5	repositorio.puce.edu.ec   Evaluar el efecto de un probiótico (Lactobacillus spp) e... <a href="https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/43794">https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/43794</a> 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (25 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uea.edu.ec   REPOSITORIO DIGITAL - UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓ... <a href="https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/305">https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/305</a>	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (20 palabras)
2	www.dspace.uce.edu.ec <a href="http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17712/1/7_UCE-0014_NVE-037.pdf">http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17712/1/7_UCE-0014_NVE-037.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (34 palabras)
3	repositorio.uea.edu.ec <a href="https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/305/1/7_AGRUP_B_UEA_1045.pdf">https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/305/1/7_AGRUP_B_UEA_1045.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (31 palabras)
4	dspace.unitsu.edu.pe <a href="https://dspace.unitsu.edu.pe/bitstream/123456789/4036/24b-52ce-42a2-9a81-71a7084...">https://dspace.unitsu.edu.pe/bitstream/123456789/4036/24b-52ce-42a2-9a81-71a7084...</a>	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (34 palabras)
5	dominodelasciencias.com <a href="https://dominodelasciencias.com/vip/index.php?article/view/237">https://dominodelasciencias.com/vip/index.php?article/view/237</a>	< 1%		Palabras idénticas: + 1% (32 palabras)

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Cedeño Zambrano Angie_ Implementación de un sistema de peletiza... <small>eliminar</small> Viene de mi biblioteca	15%		Palabras idénticas: + 15% (197 palabras)
2	Edison Mendoza tesis 2025.docx   Edison Mendoza tesis 2025 <small>eliminar</small> Viene de mi grupo	3%		Palabras idénticas: + 3% (39 palabras)
3	Lorena Cevallos tesis 2025.docx   Lorena Cevallos tesis 2025 <small>eliminar</small> Viene de mi grupo	2%		Palabras idénticas: + 2% (26 palabras)

*Janeth Jácome*

