



**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  
alimentos para pollos de engorde”**

**AUTORA:** Angie Andreina Cedeño Zambrano

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

El Carmen, 8 de agosto del 2025

|                                                                                   |                                                                                                   |                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|  | <b>NOMBRE DEL DOCUMENTO:</b><br><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<br>Página II de 67 |

## CERTIFICACIÓN

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

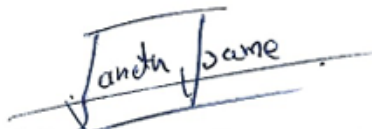
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante **Angie Andreina Cedeño Zambrano**, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2025 (1), cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto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

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, 08 de agosto del 2025.

Lo certifico,



Ing. Janeth Rocío 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 alimentos para pollos de engorde”**

**AUTORA:** Cedeño Zambrano Angie Andreina

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

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROPECUARIO**

**TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

Ing. Tacuri Troya Elizabeth, Mg.

Ing. Cedeño Zambrano José Randy Mg.

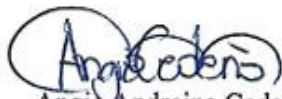
Dr. López Mejía Francel Xavier, PhD.



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Angie Andreina Cedeño Zambrano** con cédula de ciudadanía 172413214-5 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 de engorde”**, 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,



Angie Andreina Cedeño Zambrano

El Carmen, 08 de agosto del 2025

## DEDICATORIA

*"El éxito es la suma de pequeños esfuerzos repetidos día tras día."* – **Robert Collier**

Primeramente, agradezco a Dios, quien ha sido mi guía, mi fuerza y mi refugio en los momentos más desafiantes de este camino. Su presencia ha iluminado cada paso que he dado.

Dedico esta tesis con todo mi amor a mi hijo Mathias Vargas, por su paciencia, comprensión y ternura en los días en los que mis responsabilidades académicas me alejaban de él. Su amor ha sido mi mayor impulso.

A mi esposo, por su apoyo incondicional, por caminar a mi lado con firmeza, por alentarme y sostenerme en cada etapa. Gracias por ser mi compañero de vida y de sueños.

A mi suegra, por estar siempre dispuesta a brindarme su ayuda y respaldo mientras me forjaba como estudiante. Su apoyo ha sido fundamental.

A mi suegro, por cuidar con tanto amor y dedicación a mi hijo durante mis jornadas en la universidad. Su compromiso me dio la tranquilidad que necesitaba para continuar.

Y a mis padres, por ser mi ejemplo, mi motivación constante, y por enseñarme con su amor y esfuerzo que la educación es una herramienta poderosa para transformar vidas.

A todos ustedes, gracias de corazón. Esta meta también es suya.

**Angie Cedeño**

## AGRADECIMIENTO

*"La gratitud es no solo la mayor de las virtudes, sino la madre de todas las demás."* – **Cicerón**

Agradezco primeramente a Dios, por darme la vida, la salud y la sabiduría necesaria para continuar firmemente hasta alcanzar esta meta. En los momentos de cansancio, duda y dificultad, Él fue mi refugio y mi mayor fortaleza.

A mi hijo Mathias Vargas, por ser mi mayor motivación. Gracias por soportar mis ausencias, por tu paciencia en los días que estuve ocupada con libros, clases y tareas. Todo este esfuerzo ha sido pensando en ti y en tu futuro.

A mi esposo, por estar siempre a mi lado, por cada palabra de aliento, por su amor, comprensión y por no dejarme caer cuando sentí que ya no podía más. Su apoyo fue esencial para llegar hasta aquí.

A mi suegra, por su constante disposición a ayudarme, por brindarme su tiempo y acompañarme en este proceso tan importante de mi vida académica.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, por ser el espacio donde forjé mis conocimientos y crecí como profesional. A mi tutora, la Ing. Janeth Rocío Jácome Gómez, Mg. PhD, cuya orientación, paciencia y sabiduría fueron esenciales en cada paso de este proceso académico.

A todos los docentes que, con dedicación y esmero, contribuyeron a mi formación, impartiendo su conocimiento y guiándome para convertirme en la profesional que hoy soy.

**Angie Cedeño**

## ÍNDICE

|                                                             |                                     |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....                                | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....                                | II                                  |
| DEDICATORIA.....                                            | V                                   |
| AGRADECIMIENTO .....                                        | VI                                  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                                      | X                                   |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                     | XI                                  |
| ÍNDICE DE ANEXO .....                                       | XII                                 |
| RESUMEN .....                                               | XIII                                |
| ABSTRACT .....                                              | 1                                   |
| INTRODUCCIÓN .....                                          | 1                                   |
| Planteamiento del problema .....                            | 2                                   |
| Justificación.....                                          | 3                                   |
| Objetivos .....                                             | 4                                   |
| Hipótesis.....                                              | 4                                   |
| CAPÍTULO I.....                                             | 5                                   |
| METODOLOGÍA.....                                            | 5                                   |
| 1.1. Localización de Localización de la investigación ..... | 5                                   |
| 1.1 Caracterización meteorológica de la zona .....          | 5                                   |
| 1.2 Materiales y equipo .....                               | 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  |
| 1.5.1                            | Procedimiento .....                                                                                                                                                    | 6  |
| CAPÍTULO II .....                |                                                                                                                                                                        | 8  |
| MARCO TEÓRICO .....              |                                                                                                                                                                        | 8  |
| 2.1.                             | Sector avícola en Ecuador .....                                                                                                                                        | 8  |
| 2.2.                             | Principales empresas productoras de alimento balanceado en Ecuador .....                                                                                               | 8  |
| 2.2.1.                           | Factores que influyen en la elección de alimento peletizado o en harina para la producción de pollos de engorde.....                                                   | 9  |
| 2.3.                             | Nutrición Avícola.....                                                                                                                                                 | 9  |
| 2.4.                             | Influencia de la forma física del alimento balanceado sobre el desempeño productivo en pollos de engorde .....                                                         | 11 |
| 2.4.1.                           | Alimento balanceado en aves.....                                                                                                                                       | 11 |
| 2.5.                             | Ingredientes principales en el alimento balanceado para pollos de engorde.....                                                                                         | 13 |
| 2.5.1.                           | Composición de origen animal para elaborar balanceados.....                                                                                                            | 13 |
| A.                               | Harina de pescado .....                                                                                                                                                | 13 |
| 2.6.                             | Composición de origen vegetal para elaborar balanceados.....                                                                                                           | 13 |
| 2.7.                             | Comparación del origen de las materias primas para elaborar balanceados .....                                                                                          | 15 |
| 2.8.                             | Estrategia de formulación del balanceado .....                                                                                                                         | 15 |
| 2.9.                             | Elaboración del Balanceado .....                                                                                                                                       | 17 |
| 2.10.                            | Ventaja de usar alimento peletizado en aves .....                                                                                                                      | 18 |
| 2.11.                            | Estado del arte.....                                                                                                                                                   | 19 |
| CAPITULO III .....               |                                                                                                                                                                        | 22 |
| DESARROLLO DE LA PROPUESTA ..... |                                                                                                                                                                        | 22 |
| 3.1                              | Descripción del sistema.....                                                                                                                                           | 22 |
| 3.1.1                            | Implementación de sistema de pelitización y formulación de alimento balanceado con ingredientes vegetal y mineral para pollos de engorde en la Granja Experimental Río |    |

|                                                                                                            |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Suma .....                                                                                                 | 22   |
| 3.1.2 Formulación con ingredientes vegetal y mineral del alimento balanceado para pollos de engorde .....  | 24   |
| 3.2 Diseño y selección de tecnologías .....                                                                | 18   |
| 3.2.1 Peletización del alimento.....                                                                       | 18   |
| 3.3 Plan de implementación .....                                                                           | 26   |
| 3.4 Resultados.....                                                                                        | 27   |
| 3.4.1 Formulación de alimento balanceado para pollos broiler en etapa inicial de (1–20 días de edad) ..... | 27   |
| 3.4.2 Formulación de alimento balanceado para pollos broiler en etapa de crecimiento de (21–35días).....   | 28   |
| 3.4.3 Formulación de alimento balanceado para pollos broiler en etapa de engorde (36-49) .....             | 29   |
| 3.4.4 Costos por etapa de alimentación del pollo de engorde .....                                          | 30   |
| CAPÍTULO V .....                                                                                           | 33   |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                                                                       | 33   |
| 4.1 Conclusiones.....                                                                                      | 33   |
| 4.2 Recomendaciones .....                                                                                  | 35   |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                           | XXXV |
| ANEXOS .....                                                                                               | XXXV |

## 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 de engorde .....                    | 5  |
| <b>Tabla 3.</b> Necesidades mínimas de nutrientes recomendadas para los pollos de carne como porcentajes o unidades por kg/dieta .....                | 10 |
| <b>Tabla 4.</b> Tamaño recomendado de partícula del alimento balanceado (diámetro y longitud) según la edad del pollo de engorde .....                | 12 |
| <b>Tabla 5.</b> Tamaño de partícula de alimentos en forma de harina para pollos.....                                                                  | 12 |
| <b>Tabla 6.</b> Dieta Comercial para pollos de engorde (porcentaje en base a peso total de la dieta) contenido 40 kg. ....                            | 16 |
| <b>Tabla 7.</b> Balanceado con harina de alfalfa .....                                                                                                | 18 |
| <b>Tabla 8.</b> Desglose de gastos en equipos utilizados para la producción peletizado .....                                                          | 23 |
| <b>Tabla 9.</b> Ingredientes utilizados en la formulación del alimento balanceado .....                                                               | 24 |
| <b>Tabla 10.</b> <i>Formulación de alimento balanceado para etapa inicial (1-20 días) molido finamente en grado de 3 mm) para etapa inicial</i> ..... | 28 |
| <b>Tabla 11.</b> <i>Fórmula para 100 libras de alimento balanceado (molido finamente en grado de 4 mm) para etapa de crecimiento</i> .....            | 29 |
| <b>Tabla 12.</b> <i>Fórmula para 100 libras de alimento balanceado (molido finamente en grado de 5 mm) para etapa de engorde</i> .....                | 29 |
| <b>Tabla 13.</b> Costos del alimento balanceado – Etapa Inicial (1–20 días) .....                                                                     | 31 |
| <b>Tabla 14.</b> Costos del alimento balanceado – Etapa de crecimiento (21–35 días) .....                                                             | 32 |
| <b>Tabla 15.</b> Costos del alimento balanceado – Etapa de engorde (36–49 días) .....                                                                 | 33 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

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

## ÍNDICE DE ANEXO

|                                                                                                                                                                        |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Anexo 1.</b> Acta de entrega de la implementación del sistema de peletización en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen .....              | XXXV    |
| <b>Anexo 2.</b> Factura de adquisición de equipos para la formulación y procesamiento de alimento balanceado vegetal en la Granja Experimental Río Suma .....          | XXXVIII |
| <b>Anexo 3.</b> Ficha Técnica de la pelletizadora.....                                                                                                                 | XXXIX   |
| <b>Anexo 4.</b> Incorporación de la pelletizadora a la Granja Experimental Río Suma .....                                                                              | XXXIX   |
| <b>Anexo 5.</b> Cálculo del balance proteico utilizando en el diagrama del cuadrado de Pearson en etapa inicial.....                                                   | XL      |
| <b>Anexo 6.</b> Cálculo del balance proteico utilizando en el diagrama del cuadrado de Pearson en etapa de desarrollo.....                                             | XL      |
| <b>Anexo 7.</b> Cálculo del balance proteico utilizando en el diagrama del cuadrado de Pearson en etapa de engorde .....                                               | XLI     |
| <b>Anexo 8.</b> Materias primas para realizar el balanceado Achiote(a), harina de maíz(b), afrecho (c), soya (d), aceite rojo (e), suplemento (f), Vitaminas (g) ..... | XLII    |
| <b>Anexo 9.</b> Molienda de ingredientes .....                                                                                                                         | XLIV    |
| <b>Anexo 10.</b> Mezclado de ingredientes y aditivos .....                                                                                                             | XLIV    |
| <b>Anexo 11.</b> Verificación del mezclado .....                                                                                                                       | XLV     |
| <b>Anexo 12.</b> Peletizado del alimento .....                                                                                                                         | XLV     |
| <b>Anexo 13.</b> Recolección y enfriamiento de pellets .....                                                                                                           | XLVI    |
| <b>Anexo 14.</b> Evaluación de parámetros físicos longitud y diámetro.....                                                                                             | XLVI    |

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo formular un alimento balanceado de origen vegetal y mineral para pollos broiler, ajustado a los requerimientos nutricionales de cada fase productiva. Para ello, se implementó un sistema de peletización que permitió procesar los ingredientes y aplicar el cálculo de coeficiente de Pearson en la formulación de las dietas. En la etapa inicial (1–20 días), se estableció un nivel de proteína bruta del 22 %, utilizando 48 % de harina de maíz (8 % PB) y 38 % de harina de soya (40 % PB), complementadas con 14 % de ingredientes energéticos y funcionales. Durante la fase de crecimiento (21–35 días), la dieta se formuló con 20 % de proteína, incorporando 56 % de maíz y 29,6 % de soya para equilibrar los aportes proteicos y energéticos. En la fase de engorde (36–49 días), la formulación consideró 19 % de proteína, ajustando las inclusiones a 59 % de maíz y 27 % de soya, complementadas con afrecho, aceite vegetal, sales y pigmento natural, optimizando la composición muscular y la pigmentación de la piel. Los costos de los ingredientes mostraron de US\$ 0,30 libras en la etapa inicial, US\$ 0,29/lb en la fase de crecimiento y US\$ 0,2982/lb en la fase de engorde, sin incluir otros costos operativos como mano de obra, energía o depreciación de equipos. Este estudio proporciona a los productores avícolas una herramienta práctica y sostenible, ofreciendo fórmulas nutricionalmente equilibradas y específicas para cada etapa de producción, con balanceados de origen vegetal y mineral adaptados a diferentes fases productivas.

**Palabras claves:** Pearson, nutrición, pollos.

## ABSTRACT

The objective of this study was to formulate a balanced feed of plant and mineral origin for broiler chickens, adjusted to the nutritional requirements of each production phase. To this end, a pelleting system was implemented that allowed the ingredients to be processed and the Pearson coefficient to be applied in the formulation of the diets. In the initial stage (1–20 days), a crude protein level of 22% was established, using 48% corn flour (8% CP) and 38% soybean meal (40% CP), supplemented with 14% energy and functional ingredients. During the growth phase (21–35 days), the diet was formulated with 20% protein, incorporating 56% corn and 29.6% soy to balance protein and energy intake. In the fattening phase (36–49 days), the formulation considered 19% protein, adjusting the inclusions to 59% corn and 27% soybean, supplemented with bran, vegetable oil, salts, and natural pigment, optimizing muscle composition and skin pigmentation. Ingredient costs were US\$0.30/lb in the initial stage, US\$0.29/lb in the growth phase, and US\$0.2982/lb in the fattening phase, not including other operating costs such as labor, energy, or equipment depreciation. This study provides poultry producers with a practical and sustainable tool, offering nutritionally balanced and specific formulas for each stage of production, with plant- and mineral-based feed adapted to different production phases.

**Keywords:** Pearson, nutrition, broiler chickens.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento constante de la población mundial ha incrementado significativamente la demanda de proteínas de origen animal, como la carne de pollo, que se ha consolidado como una de las principales fuentes de proteína en la dieta humana (Véliz, 2021). En particular, la producción de pollos de engorde se ha convertido en un sector clave de la industria avícola, donde los productores deben optimizar diversos factores, como la genética de las aves, las instalaciones, la tecnología de manejo y, fundamentalmente, la alimentación (Covaleda, 2012).

La alimentación de los pollos de engorde juega un papel crucial en el desempeño productivo, ya que influye directamente en el crecimiento, la conversión alimenticia y la salud de los animales (Jácome-Gómez et al., 2022). Los programas de nutrición animal deben estar diseñados para proporcionar los nutrientes esenciales en cantidades exactas y calidades óptimas, lo que permite alcanzar niveles máximos de rendimiento en el menor tiempo posible (Macay et al., 2023). Un manejo adecuado de la dieta no solo mejora la eficiencia de producción, sino que también asegura la salud del lote de aves, reduciendo la incidencia de enfermedades y mejorando el bienestar de las aves (Tona, 2012).

La alimentación es un factor clave para que los pollos de engorde expresen su máximo potencial de crecimiento y rendimiento, dependiendo de su etapa de desarrollo (Campo et al., 2004). Tradicionalmente, el uso de harinas en la alimentación ha sido ampliamente adoptado en la industria avícola; sin embargo, los avances tecnológicos han introducido el alimento balanceado peletizado, que ha demostrado ofrecer mejores resultados en términos de eficiencia alimenticia y productividad (Macay et al., 2023).

El alimento peletizado mejora la digestibilidad y reduce el desperdicio de alimento, lo que se traduce en una mayor conversión alimenticia y crecimiento uniforme en los pollos de engorde (Véliz, 2021). El proceso de peletizado representa una inversión considerable tanto en términos de capital como de costos variables, pero esta inversión suele justificarse por la mejora en las utilidades de la planta y en el rendimiento animal (Loor-Mendoza, 2016).

En la producción avícola actual, uno de los principales objetivos es mejorar la calidad de la carne de pollo mediante diversas estrategias nutricionales (Supliguicha, 2023). En este marco, la pigmentación de la piel y la carne del pollo se ha convertido en un atributo clave, ya que representa la primera impresión sensorial asociada con la calidad nutricional y los posibles beneficios para la salud que perciben los consumidores (Jácome et al., 2024)

En los pollos engorde, la textura y coloración de la carne, aspectos altamente valorados por los consumidores, se ven favorecidos por el uso de pigmentantes naturales en alimentos peletizados (Loor-Mendoza, 2016). Además, la mejor asimilación de nutrientes contribuye a un mayor bienestar del ave y a una producción más eficiente y rentable (Jácome-Gómez et al., 2024).

En la producción de pollos de engorde, el alimento balanceado en forma de pellet desempeña un papel fundamental para garantizar un crecimiento eficiente y un buen rendimiento (Véliz, 2021). La formulación de este alimento debe basarse en materias primas accesibles, pero de alta calidad, ya que la dieta de los pollos debe cumplir con estrictos requisitos nutricionales para asegurar su desarrollo óptimo (Loor-Mendoza, 2016).

El uso de ingredientes asequibles y de calidad permite a los productores reducir costos de producción sin comprometer el valor nutricional del alimento, lo que es esencial para mantener la competitividad y la sostenibilidad económica de la industria avícola.

### **Planteamiento del problema**

El desarrollo de alimentos balanceados para pollos de engorde resulta fundamental para mejorar el rendimiento productivo, la eficiencia alimenticia y la calidad final del producto avícola (Loor-Mendoza, 2016). Sin embargo, en el mercado local predomina la oferta de balanceados de tipo mixto, elaborados con insumos de origen animal y vegetal, lo que limita el acceso de los productores a alternativas netamente vegetales (Ardoino et al., 2017).

En respuesta a esta situación, surge la necesidad de desarrollar un alimento balanceado de origen vegetal que, además de ser más natural, optimice la pigmentación de la piel de los pollos de engorde. A través de una dieta balanceada en la presentación de pellet, se espera no solo mejorar la biodisponibilidad de los nutrientes y la calidad de los pigmentantes naturales sino también aumentar la eficiencia productiva en comparación con otros alimentos comerciales.

### **Pregunta de investigación**

¿Cómo influye el desarrollo de un alimento balanceado peletizado de origen vegetal en la mejora de la pigmentación de la piel y en el rendimiento productivo de los pollos de engorde, en comparación con otros alimentos comerciales, en términos de costo y eficiencia?

## **Justificación**

La producción avícola, en particular la cría de pollos engorde, enfrenta retos relacionados con la mejora de la calidad del producto final y la eficiencia productiva (Garzón y Mendes, 2021). El uso de alimentos balanceados comerciales ha demostrado ser eficaz en diversos aspectos, como el rendimiento y la pigmentación de la piel, un factor crucial en la percepción del consumidor (Guevara, 2020). Sin embargo, la variabilidad en la calidad nutricional y los costos asociados a estos productos requiere de soluciones más eficientes y sostenibles (Canet et al., 2014).

La formulación de alimentos balanceados exclusivamente vegetales para pollos de engorde responde a la necesidad de mejorar la calidad organoléptica de la carne, ya que ingredientes como la harina de pescado alteran el sabor y el olor del producto final, reduciendo su aceptación comercial (Castro, 2014). Los consumidores actuales exigen productos más naturales, libres de insumos animales, asociados con mayor inocuidad y sostenibilidad (López, 2023). No obstante, el acceso a este tipo de balanceados es limitado en muchos contextos productivos, donde prevalecen formulaciones mixtas. Esta realidad limita a los productores avícolas en su capacidad de atender las nuevas tendencias de mercado, que priorizan dietas vegetales como garantía de calidad sensorial y valor agregado (Jácome et al., 2024).

En este contexto, el desarrollo de un alimento balanceado de origen vegetal y su procesamiento a través de la peletización surge como una alternativa viable (Arias, 2012). La peletización no solo mejora la biodisponibilidad de los nutrientes, sino que también permite un manejo más eficiente del alimento en términos de distribución y almacenamiento (Canet et al., 2014). Además, el uso de pigmentos naturales derivados de fuentes vegetales puede optimizar la pigmentación de la piel de los pollos, mejorando la aceptación del producto en el mercado (Hernández, 2023).

Este proyecto es relevante dado que busca implementar un sistema de peletización que permita desarrollar un alimento balanceado vegetal con pigmentos naturales, lo cual no solo incrementa la sostenibilidad del sistema productivo, sino que también ofrece una opción más saludable para el consumidor al evitar aditivos químicos o sintéticos (Tona, 2012). Asimismo, se espera que esta alternativa vegetal logre una mejora en el rendimiento productivo de los pollos en comparación con los alimentos comerciales tradicionales, reduciendo costos y aumentando la eficiencia económica (Macay et al., 2023).

El uso de la peletización en la producción avícola destaca su relevancia en la mejora de la eficiencia productiva y la calidad del producto final. Según Véliz (2021), el aumento de la demanda global de proteínas ha impulsado a los productores a buscar métodos más eficaces mejoran la digestibilidad y reducen el desperdicio. Este enfoque permite una conversión alimenticia más eficiente, lo que se traduce en una mayor productividad en los pollos de engorde.

Este estudio no solo beneficiará a los productores avícolas mediante la mejora de la calidad de su producto y la reducción de costos, sino que también contribuirá a un sistema agroalimentario más sostenible y respetuoso con el medio ambiente, alineándose con las tendencias globales que demandan la reducción de insumos químicos y la adopción de prácticas agrícolas más naturales

## **Objetivos**

### **i) Objetivo general**

- Realizar la implementación de un sistema de peletización en la producción de alientos para pollos de engorde

### **ii) Objetivos específicos**

- Desarrollar un alimento balanceado de origen vegetal para pollos de engorde optimizando la mejora de los pigmentantes naturales.
- Realizar el análisis económico del alimento balanceado vegetal propuesto.

## **Hipótesis**

**Hipótesis alternativa ( $H_a$ ):** La implementación de un sistema de peletización para la producción de alimento balanceado de origen vegetal en pollos de engorde mejora la calidad nutricional y reduce los costos de producción en comparación con métodos tradicionales.

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** La implementación de un sistema de peletización para la producción de alimento balanceado de origen vegetal en pollos de engorde no mejora la calidad nutricional ni reduce los costos de producción en comparación con métodos tradicionales.

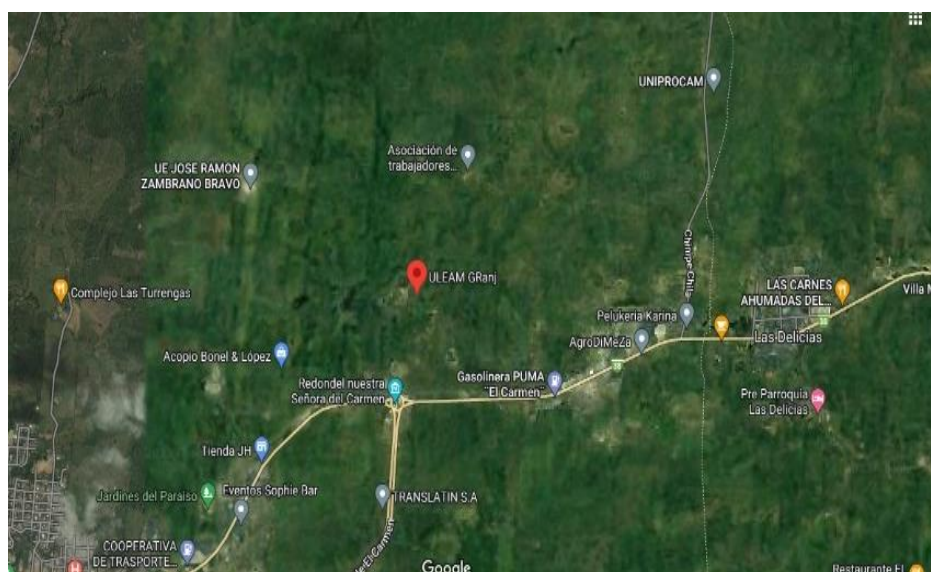
# CAPÍTULO I

## METODOLOGÍA

### 1.1. Localización de Localización de la investigación

La investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la granja experimental Río Suma, adscrita a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, específicamente en el área avícola y en la planta de 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 (°C)                          | 24             |
| Humedad Relativa (%)                      | 86%            |
| Heliofanía (Horas luz año <sup>-1</sup> ) | 1026,2         |
| Precipitación media anual (mm)            | 2659           |
| Altitud (msnm)                            | 249            |

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

### 1.2 Materiales y equipo

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

| <b>Insumos</b>               | <b>Materiales</b>                                                               | <b>Equipos</b>           |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Maíz                         | Palas metálicas                                                                 | Molienda (eléctrico)     |
| Harina de soya               | Sacos de polipropileno para almacenamiento                                      | Peletizadora (eléctrica) |
| Trigo                        | Piola para amarre de sacos                                                      | Termómetro industrial    |
| Pigmento de achiote en polvo | Libreta de campo para registro de datos                                         | Balanza digital          |
| Sal mineral                  | Recipientes metálicos                                                           | Tamiz plástico de 25 x25 |
| Suplemento vitamínico (ABC)  | Etiquetas para identificación de la tabla de información del tipo de balanceado |                          |
| Aceite palma africana rojo   |                                                                                 |                          |

**Autora:** Angie Cedeño

### **1.3 Variables**

#### **1.3.1 Variables independientes**

- Proceso de formulación de la dieta

#### **1.3.2 Variables dependientes**

- Análisis económico del alimento balanceado

### **1.4 Métodos**

#### **1.4.1 Método analítico**

Se empleó un método analítico orientado a la evaluación física del pellet producido con y sin sistema de peletización (Flores et al., 2013). El análisis consideró la estabilidad estructural del pellet mediante pruebas de durabilidad, resistencia al impacto y porcentaje de finos. Además, se midió la forma y tamaño de los pellets, registrando el diámetro y la longitud promedio de cada lote, con el objetivo de verificar la homogeneidad del producto final (Arias, 2012).

Por otro lado, se aplicó un análisis económico comparativo entre ambos tipos de procesamiento, considerando costos de producción, rendimiento por kilogramo y eficiencia del equipo utilizado, con el propósito de determinar la viabilidad del sistema implementado.

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

#### **1.5.1 Procedimiento**

La metodología para la implementación de un sistema de peletización en la producción

de alimento balanceado vegetal para pollos de engorde consta de varias etapas clave, cada una diseñada para cumplir con los objetivos específicos propuestos.

El proceso se inició con las formulaciones del alimento balanceado elaborado a partir de ingredientes de origen vegetal. Posteriormente, se integraron pigmentos naturales a la mezcla y se procedió con la peletización, obteniéndose así el producto final.

Este análisis fue complementado con la implementación del sistema de pelletizado eléctrico, utilizando los equipos modelo Modelo 9KLP150, recientemente incorporados a la Granja Experimental Río Suma de la extensión El Carmen. Esta incorporación fue posible gracias al valioso aporte de los estudiantes, quienes, mediante una iniciativa conjunta, contribuyeron a fortalecer la infraestructura tecnológica disponible para el desarrollo de prácticas aplicadas en producción animal.

La peletizadora eléctrica modelo 9KLP150, implementada en la Granja Experimental Río Suma, está diseñada para la producción a pequeña escala de piensos destinados a animales y aves de corral. Este equipo cuenta con un motor de 4,5 kW/6 HP, operando a una velocidad de 1440 RPM, y trabaja con corriente alterna monofásica de 220V a 50/60 Hz, con un consumo aproximado de 22A. Su capacidad de producción varía según el diámetro de la matriz utilizada: alcanza hasta 150 kg/h con una matriz de 6,0 mm, 120 kg/h con matriz de 3,8 mm y 100 kg/h con matriz de 2,0 mm. Entre sus atributos principales destacan su bajo nivel de ruido, larga vida útil y versatilidad para procesar distintas materias primas vegetales en forma de pellets homogéneos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Sector avícola en Ecuador**

El sector avícola en Ecuador está presente en las 24 provincias del país, aunque el 80% de la producción de aves se concentra en nueve provincias clave: Guayas, Pichincha, Tungurahua, Santo Domingo de los Tsáchilas, Manabí, El Oro, Cotopaxi, Imbabura y Pastaza. Ecuador es autosuficiente en la producción de carne de pollo y huevos de mesa, satisfaciendo completamente la demanda interna de estos productos (MAG, 2022).

En el año 2020, el país produjo 494 mil toneladas de carne de pollo, derivadas de la cría de 263 millones de pollos de engorde. Esto se traduce en un consumo promedio per cápita de 28 kg de pollo por habitante al año (Barzallo, 2019).

#### **2.2. Principales empresas productoras de alimento balanceado en Ecuador**

En Ecuador, varias empresas se dedican a la producción de alimentos balanceados en forma de pellet, destacando entre ellas:

- Bioalimentar con más de 55 años de experiencia en la fabricación de alimentos balanceados para pollos de engorde.
- Gisis S.A. (Skretting Ecuador) reconocida por ser la primera planta de fabricación de alimento balanceado en Ecuador en obtener la certificación ambiental "Punto Verde".
- Biomentos, que ofrece alimentos balanceados para diversas especies animales, incluyendo aves, cerdos y bovinos.
- Avi-paz, empresa que produce y distribuye alimento balanceado en todo el territorio ecuatoriano. Se caracteriza por ofrecer excelentes parámetros productivos en pollos de engorde (Avi-Paz, 2024).
- Liris S.A., especializada en la producción de alimentos balanceados para pollos, camarones, cerdos y ganado de leche.

Además, existen asociaciones como la Asociación de Productores de Alimentos Balanceados (APROBAL) y la Asociación Ecuatoriana de Fabricantes de Alimentos Balanceados para Animales (AFABA), que agrupan a varias empresas del sector y representan una parte significativa de la producción nacional (APROBAL, 2024). Es importante mencionar que, además de estas empresas, en Ecuador operan aproximadamente 60 empresas formales

dedicadas a la producción de alimentos balanceados. Si se incluyen establecimientos informales y productores que elaboran su propio alimento, la cifra total puede llegar a cerca de 200 unidades fabricantes (AFABA, 2024).

### **2.2.1. Factores que influyen en la elección de alimento peletizado o en harina para la producción de pollos de engorde**

En la industria avícola, los productores deben evaluar diversos parámetros antes de seleccionar el tipo de alimento y su presentación, ya sea en forma de pellet o de harina (AFABA, 2024). Factores como la eficiencia productiva, el costo y las características de manejo del alimento son determinantes en esta decisión. Los pellets suelen ser preferidos por su capacidad para mejorar la conversión alimenticia y reducir el desperdicio, lo que optimiza el rendimiento de los pollos de engorde (AFABA, 2024).

Por otro lado, la harina puede resultar más económica y ofrece mayor flexibilidad en la formulación de la dieta, siendo una opción adecuada para aves más jóvenes (Jácome et al., 2024). Estos parámetros son clave para asegurar la rentabilidad y sostenibilidad de la producción avícola. En Ecuador, la industria de alimentos balanceados ha experimentado un crecimiento constante, con un incremento del 10% en 2023, y se prevé que este índice continúe aumentando en los próximos años (AFABA, 2024).

## **2.3. Nutrición Avícola**

Para satisfacer las necesidades nutricionales de las aves, específicamente pollos de engorde y gallinas ponedoras, es crucial ofrecer una dieta equilibrada que maximice su crecimiento, salud y rendimiento (Gómez et al., 2011). La nutrición adecuada varía según la especie, edad y objetivo de producción, como es el caso de los pollos de engorde criados para carne o las gallinas para la producción de huevos (Salinas et al., 2020).

Una dieta bien formulada es crucial para maximizar el rendimiento productivo de las aves, ya que aporta los nutrientes esenciales para su crecimiento y salud, estos nutrientes incluyen proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales, los cuales son indispensables para asegurar un desarrollo equilibrado (Gómez et al., 2011). Diversos estudios destacan que una dieta adecuada influye directamente en la tasa de crecimiento, la eficiencia en la conversión alimenticia y el estado general de salud de los pollos de engorde (Liu et al., 2016).

Además, investigaciones adicionales señalan que una formulación precisa no solo

potencia el rendimiento, sino que también refuerza el sistema inmunológico de las aves, disminuye la incidencia de enfermedades y aumenta la eficiencia productiva (Santana, 2013).

Si la fórmula contiene un alto nivel de ingredientes fibrosos, como salvado o alfalfa molida, la peletizadora consumirá una mayor cantidad de energía para comprimir la harina hasta alcanzar la densidad del pellet (Juárez-Caratachea et al., 2010).

En contraste, cuando el alimento es relativamente denso, como aquellos con un alto contenido de granos y harina de soya, la peletizadora requiere menos energía para la compresión y más energía se destina a la producción eficiente de pellets (Loor-Mendoza, 2016).

Una correcta formulación de dietas para pollos de engorde no solo garantiza un equilibrio adecuado de nutrientes, sino que también contribuye a obtener aves con una pigmentación más atractiva para el mercado, lo que mejora su valor comercial (Juárez-Caratachea et al., 2010). Incorporar fuentes naturales de carotenoides, como el maíz amarillo y vegetales de hojas verdes, es crucial para asegurar una dieta equilibrada (Jácome et al., 2024).

El uso de técnicas como la encapsulación o la adición de antioxidantes ayuda a preservar su estabilidad, garantizando que el alimento mantenga su calidad y cumpla con los objetivos de crecimiento y estética del pollo (Jácome et al., 2024).

**Tabla 3.** *Necesidades mínimas de nutrientes recomendadas para los pollos de carne como porcentajes o unidades por kg/dieta*

| <b>Nutriente / Ingrediente</b>                 | <b>Semana 1–2<br/>(Inicio)</b> | <b>Semana 3–4<br/>(Crecimiento)</b> | <b>Semana 5–6<br/>(Engorde)</b> |
|------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Proteína</b>                                | Mínimo 22,00%                  | Mínimo 20,00%                       | Mínimo 18,00%                   |
| <b>Grasa</b>                                   | Mínimo 3,00%                   | Mínimo 2,50%                        | Mínimo 2,00%                    |
| <b>Fibra</b>                                   | Máximo 4,00%                   | Máximo 5,00%                        | Máximo 6,00%                    |
| <b>Cenizas</b>                                 | Máximo 8,00%                   | Máximo 8,00%                        | Máximo 8,00%                    |
| <b>Humedad</b>                                 | Máximo 13,00%                  | Máximo 13,00%                       | Máximo 13,00%                   |
| <b>Aceite de soya</b>                          | 2,50 kg                        | 2,00 kg                             | 1,50 kg                         |
| <b>Carbonato de calcio fino</b>                | 1,00 kg                        | 1,26 kg                             | 1,50 kg                         |
| <b>Fosfato bicálcico fino</b>                  | 1,00 kg                        | 0,96 kg                             | 0,85 kg                         |
| <b>Gluten de maíz 21</b>                       | 5,00 kg                        | 4,00 kg                             | 3,00 kg                         |
| <b>Maíz en grano</b>                           | 45,00 kg                       | 53,90 kg                            | 60,00 kg                        |
| <b>Mogolla</b>                                 | 6,00 kg                        | 7,00 kg                             | 7,50 kg                         |
| <b>Afrecho de yuca y/o papa deshidratada</b>   | 1,00 kg                        | 1,28 kg                             | 1,50 kg                         |
| <b>Núcleo vit. y min. pollo inicio/crecim.</b> | 1,50 kg                        | 1,28 kg                             | 1,00 kg                         |

| Nutriente / Ingrediente | Semana 1–2<br>(Inicio) | Semana 3–4<br>(Crecimiento) | Semana 5–6<br>(Engorde) |
|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Sal marina              | 0,30 kg                | 0,28 kg                     | 0,20 kg                 |
| Torta de soya           | 34,40 kg               | 29,20 kg                    | 22,65 kg                |
| <b>Total</b>            | 100,00 kg              | 100,00 kg                   | 100,00 kg               |

**Nota:** Tomado de FAO (2013).

La elección de aditivos de carotenoides debe enfocarse en su capacidad de absorción y en el efecto deseado sobre la pigmentación, asegurando que se mezclen eficazmente con otros ingredientes sin generar interacciones perjudiciales para la salud del ave o el rendimiento alimenticio. Además, es fundamental proteger los carotenoides de la degradación durante el almacenamiento y procesamiento, ya que factores como el calor, la luz y el oxígeno pueden reducir su eficacia (Jácome-Gómez et al., 2022).

#### **2.4. Influencia de la forma física del alimento balanceado sobre el desempeño productivo en pollos de engorde**

La forma en que se presenta el alimento balanceado para pollos de engorde es un factor determinante en su rendimiento productivo, una dieta adecuadamente formulada y ofrecida en pellets o migajas facilita su ingesta, lo que contribuye a una mejor digestión y absorción de nutrientes (Dozier et al., 2010). Este tipo de presentación minimiza las pérdidas de alimento, garantizando que cada ave reciba la proporción adecuada de nutrientes (Jahan et al., 2006).

Como resultado, se favorece un crecimiento más uniforme y eficiente en las aves. Asimismo, el tamaño y la textura del alimento influyen en la conversión alimenticia, lo que repercute de manera positiva en la ganancia de peso y en la salud del grupo de aves (Batal y Parsons, 2002).

##### **2.4.1. Alimento balanceado en aves**

Batal y Parsons (2002), establecen que el alimento balanceado destinado a los pollos de engorde debe adaptarse a las necesidades nutricionales de cada fase de su crecimiento. Dozier et al. (2005), mencionan que las formulaciones pueden presentarse en forma de harina, pellet o granulado, desempeñan la misma función general en el animal, pero su composición se ajusta según los requerimientos que varían a medida que el pollo crece (Santana, 2013).

El tamaño de partícula del alimento balanceado juega un papel fundamental en la eficiencia del consumo y el aprovechamiento de nutrientes en los pollos de engorde. A medida

que las aves crecen, su capacidad para ingerir y procesar alimentos de mayor tamaño también aumenta (Dozier et al., 2010). Por ello, es necesario ajustar el diámetro y la longitud del alimento en función de la edad, ya que una presentación inadecuada puede limitar la ingesta, aumentar el desperdicio y afectar negativamente el rendimiento productivo (Castro, 2014). Un tamaño de partícula apropiado promueve una mejor digestión, menor selección del alimento, mayor uniformidad en el crecimiento y una conversión alimenticia más eficiente (Batal y Parsons, 2002).

**Tabla 4.** *Tamaño recomendado de partícula del alimento balanceado (diámetro y longitud) según la edad del pollo de engorde*

| Edad (días)       | Presentación del alimento | Tamaño de las partículas                    |
|-------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| 0-10              | Migaja tamizada           | 1,5-3,0 mm de diámetro                      |
| 11-18             | Minipellets               | 1,5-2,4 mm de diámetro, 3-4 mm longitud     |
| 18 hasta el final | Pellets                   | 3,0-4,0 mm de diámetro, 5,0-8,0 mm longitud |

**Nota:** Tomado de Aligen (2018).

A medida que el animal aumenta de peso, los ingredientes del alimento adquieren un papel crucial para asegurar un desarrollo biológico óptimo (Sánchez y Gusqui, 2017). Durante las etapas iniciales, los pollos necesitan una dieta con mayor aporte energético para favorecer un crecimiento adecuado (Castro, 2014).

En líneas generales, los pollos de engorde son comercializados alrededor de los 42 días de vida, siendo la última semana una etapa de finalización en la que la dieta cambia para satisfacer sus necesidades energéticas y metabólicas específicas, esta adaptación permite optimizar tanto su rendimiento como la calidad del producto final (Santana, 2013). A continuación, se presenta una Tabla 3 con el tamaño recomendado para el alimento de los pollos de engorde en cada etapa de su desarrollo:

**Tabla 5.** *Tamaño de partícula de alimentos en forma de harina para pollos*

| Tamaño de las partículas (mm) | Harina Gruesa (%) |
|-------------------------------|-------------------|
| >3                            | 25                |
| 2-3                           | 25                |
| 1-2                           | 25                |
| <1                            | 25                |

**Nota:** Tomado de Aligen (2018).

## **2.5. Ingredientes principales en el alimento balanceado para pollos de engorde**

Los ingredientes utilizados en la formulación de alimentos balanceados para pollos deben ser de alta calidad y cumplir con parámetros óptimos de contenido nutricional. A continuación, se describen algunos de los principales ingredientes que se incluyen en las dietas de pollos de engorde dependiendo su origen (Sánchez y Gusqui, 2017).

### **2.5.1. Composición de origen animal para elaborar balanceados**

Los ingredientes de origen animal, como la harina de pescado, harina de carne, y harina de sangre, son ricos en proteínas y aminoácidos esenciales como la lisina y la metionina, que son fundamentales para el crecimiento muscular y el desarrollo óptimo de los pollos de engorde.

Estos ingredientes también son altamente digestibles, lo que permite una mayor conversión de los nutrientes en masa muscular (Quiñonez, 2023). Los ingredientes animales suelen tener un alto contenido de grasas, que aportan energía densa a la dieta, esto es especialmente útil en fases de crecimiento rápido (Guevara, 2020).

#### **A. Harina de pescado**

La harina de pescado se utiliza en pequeñas cantidades debido a su olor característico, la harina de pescado es una fuente rica en grasas y proteínas de alta calidad (Estrada, 2005). Su inclusión en la dieta mejora la eficiencia alimentaria y proporciona aminoácidos esenciales como la lisina y la metionina (Fierro et al., 2005). Los pollos alimentados con proteínas de origen animal tienden a mostrar una mejor conversión alimenticia y, en consecuencia, un mayor aumento de peso en menor tiempo (Estrada, 2005).

## **2.6. Composición de origen vegetal para elaborar balanceados**

Los ingredientes de origen vegetal, como el maíz, la soya, el trigo y el arroz, proporcionan principalmente carbohidratos, que son la principal fuente de energía para las aves. Aunque no son tan ricos en proteínas de alta calidad como los ingredientes animales, ofrecen una cantidad significativa de energía y fibra dietética, lo que es crucial para la digestión (Aranibar, 2017).

Las proteínas vegetales, como las que se encuentran en la harina de soya, son las más comunes en los balanceados peletizados (Castro, 2014). Aunque no son tan completas en

aminoácidos esenciales como las proteínas animales, se combinan estratégicamente con otros ingredientes para alcanzar un perfil proteico adecuado (Arreaga, 2016).

Los ingredientes de origen vegetal suelen ser más sostenibles y económicos en comparación con los de origen animal (Hernández, 2023). Son más accesibles y tienen una huella ambiental menor, lo que los convierte en una opción popular en la industria avícola moderna, donde se busca reducir costos sin comprometer el rendimiento productivo (Pomboza-Tamaquiza et al., 2018).

#### **a. Maíz**

El maíz es el principal cereal utilizado en los balanceados para aves debido a su alta concentración de almidón y bajo contenido de fibra cruda, el maíz seco presenta un color amarillento-anaranjado y es una excelente fuente de energía debido a su alto contenido de grasas (Pomboza-Tamaquiza et al., 2018).

#### **b. Harina de soya**

Es la fuente de proteína más utilizada en la dieta avícola, su contenido proteico es elevado, lo que la convierte en un ingrediente fundamental para promover el crecimiento muscular en los pollos (Hernández, 2023). Además, la harina de soya es rica en aminoácidos esenciales, lo que la hace ideal para la formulación de balanceados (Pomboza-Tamaquiza et al., 2018).

#### **c. Torta de soya**

Después de extraer el aceite de la soya, el subproducto resultante, conocido como torta de soya, es una fuente de proteínas altamente concentrada, con un contenido de hasta el 75% de proteínas. Esta torta es rica en aminoácidos esenciales, lo que la convierte en una opción eficiente y económica para la industria avícola (Pomboza-Tamaquiza et al., 2018).

#### **d. Carbonato de calcio**

Este mineral, en forma de polvo blanco inodoro e insípido, es la principal fuente de calcio en la dieta de los pollos. Es crucial para el desarrollo óseo y la formación de cáscaras de huevo de buena calidad en las aves ponedoras (Combella et al., 2002).

#### **e. Trigo**

El trigo es otro cereal común en la formulación de alimentos para pollos. Proporciona alrededor de un 11% de proteína y es una buena fuente de energía. Los subproductos del trigo, como el salvado y el germen, también son utilizados en las dietas (Combellas et al., 2002).

#### **f. Arroz**

Es el segundo cereal más cultivado a nivel mundial después del maíz. En la industria avícola se utiliza en diversas formas, como arroz extruido, harina de arroz y cascarilla de arroz, aportando una cantidad moderada de proteína y concentración de grasas (Aranibar, 2017)

#### **g. Alfarina (harina de alfalfa)**

Utilizada principalmente en dietas para aves, cerdos, ganado vacuno y rumiantes, la harina de alfalfa es una excelente fuente de fibra, que puede llegar a representar hasta un 24% de su contenido total. Esto la convierte en un ingrediente valioso para mejorar la digestión (Cedeño y Álava, 2024).

### **2.7. Comparación del origen de las materias primas para elaborar balanceados**

Los ingredientes de origen animal suelen ser más fáciles de digerir para los pollos debido a su alto contenido en aminoácidos esenciales y grasas, en contraste, los ingredientes vegetales necesitan ser complementados adecuadamente para garantizar una dieta equilibrada (Garzón y Mendes, 2021).

Sin embargo, en términos de valor nutricional, los de origen animal pueden ofrecer ventajas en cuanto a la eficiencia del crecimiento, los ingredientes vegetales tienen una menor huella de carbono y son más sostenibles en términos de producción, lo que hace que sean preferidos en formulaciones ecológicamente responsables (Dozier et al., 2005).

### **2.8. Estrategia de formulación del balanceado**

La formulación del balanceado para pollos de engorde debe considerar la alta demanda de energía durante esta fase crítica de crecimiento (Dozier et al., 2005). En esta etapa, es fundamental que los niveles de aminoácidos en la dieta sean los adecuados para satisfacer las necesidades energéticas del pollo, permitiéndole alcanzar un desarrollo óptimo hasta su comercialización (Aviagen, 2018). La base de la formulación se centra en la proteína, que es esencial en esta etapa de crecimiento rápido (Quiñonez, 2023).

Para llevar a cabo una formulación precisa, se han desarrollado diversas herramientas de acceso abierto que permiten a los técnicos y pequeños productores diseñar dietas personalizadas considerando ingredientes disponibles localmente, requerimientos específicos por etapa, y costos de producción. Entre las más destacadas se encuentran:

- **FeedCalculator®:** aplicación móvil gratuita desarrollada por Wageningen University y Single Spark, orientada a productores de pequeña escala. Permite ingresar ingredientes disponibles, sus precios y características nutricionales para generar dietas óptimas.
- **Tablas INRA-CIRAD-AFZ:** base de datos gratuita y de libre acceso con más de 1.500 ingredientes, que proporciona información sobre energía, proteína, fibra y minerales, útil para estimar el valor nutricional de materias primas.
- **Nutrire®:** plataforma educativa gratuita que ofrece recursos sobre nutrición animal, incluyendo requerimientos nutricionales, ejemplos de formulación y acceso a bases de datos de ingredientes.
- **Método de la cruz de Pearson:** técnica manual clásica, útil para formulaciones simples con dos ingredientes, basada en el equilibrio de nutrientes entre materias primas. Aunque no es un software, su uso es didáctico y puede apoyarse con hojas de cálculo de Excel para facilitar los cálculos.

**Tabla 6.** Dieta Comercial para pollos de engorde (porcentaje en base a peso total de la dieta) contenido 40 kg.

| 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)

El balanceado debe incluir una combinación precisa de aminoácidos esenciales, como la lisina, metionina y treonina, que garantizan no solo el crecimiento muscular, sino también el mantenimiento de la salud general del pollo (Juárez-Caratachea et al., 2010).

En la formulación finalizadora 1, que corresponde al alimento de última fase para pollos de engorde, se deben incorporar estos aminoácidos en proporciones adecuadas para maximizar la conversión alimenticia y optimizar el rendimiento del animal (Aviagen, 2018).

## **2.9. Elaboración del Balanceado**

La elaboración del balanceado para pollos de engorde requiere la selección cuidadosa de ingredientes principales que cumplan con los estándares de calidad establecidos (Garzón y Mendes, 2021). Estos ingredientes deben garantizar el aporte adecuado de nutrientes, como proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales, esenciales para el crecimiento y salud de las aves.

A continuación, se describen las principales operaciones involucradas en el proceso de fabricación del balanceado:

- a. Recepción y almacenamiento de materias primas:** Los ingredientes, como el maíz, la soya, aceites y aditivos, son recibidos y almacenados bajo condiciones controladas para evitar su deterioro y asegurar su calidad (Castro, 2014).
- b. Molido:** Los ingredientes sólidos, como los granos, son molidos para reducir el tamaño de las partículas. Este paso asegura una mezcla homogénea y facilita la digestibilidad del alimento por parte de las aves (Cedeño y Álava, 2024).
- c. Mezclado:** Los ingredientes molidos se mezclan de manera precisa siguiendo la formulación establecida. Este proceso garantiza una distribución uniforme de los nutrientes en cada ración del balanceado (Cabrera, 2015).
- d. Peletización:** La mezcla es sometida a un proceso de compresión, donde se aplica calor y presión para formar pellets. Este paso es clave para mejorar la palatabilidad del alimento, reducir desperdicios y aumentar la eficiencia en la CA (Cedeño y Álava, 2024).

- e. **Enfriado y secado:** Después de la peletización, los pellets se enfrían y secan para alcanzar la humedad adecuada, evitando la proliferación de microorganismos y prolongando la vida útil del producto (Castro, 2014).
- f. **Almacenamiento y distribución:** El balanceado terminado se almacena en condiciones adecuadas y se distribuye para su uso en granjas avícolas, asegurando que mantenga su calidad hasta el momento del consumo por parte de las aves (Cedeño y Álava, 2024).

**Tabla 7.** *Balanceado con harina de alfalfa*

| <b>Ingrediente</b>           | <b>Porcentaje (%)</b> | <b>Peso (kg)</b> |
|------------------------------|-----------------------|------------------|
| Maíz amarillo                | 60                    | 24               |
| Harina de soya               | 24                    | 9,6              |
| Aceite vegetal               | 3                     | 1,2              |
| Salvado de trigo             | 5                     | 2                |
| Harina de alfalfa            | 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)

## 1.6 Diseño y selección de tecnologías

### 1.6.1 Peletización del alimento

La etapa de pelletizado constituyó una fase crítica en el procesamiento del alimento balanceado vegetal, al permitir la compactación y estabilización de la mezcla de ingredientes previamente homogeneizada. Este proceso se llevó a cabo utilizando la peletizadora eléctrica modelo 9KLP150, cuya capacidad operativa varía entre 80 y 150 kg/h según el diámetro de la matriz, y que fue recientemente incorporada a la Granja Experimental Río Suma gracias al valioso aporte de los estudiantes de la carrera. Durante el acondicionamiento inicial se reguló la humedad del “pre-pellet” en un intervalo de 14 a 16 %, prescindiendo del uso de vapor. Bajo estas condiciones, la temperatura de salida se mantuvo cercana a 50 °C, lo que favoreció la producción de pellets con adecuada compactación, consistencia uniforme y estabilidad física.

## 2.10. Ventaja de usar alimento peletizado en aves

La peletización presenta diversos beneficios en la producción avícola, destacando la reducción del desperdicio de alimento y una mayor eficiencia en la conversión alimenticia.

Castro (2014), menciona que la alimentación en forma de pellets incrementa la tasa de conversión, permitiendo que las aves asimilen de manera más efectiva los nutrientes presentes en la dieta.

El proceso de peletización también optimiza la biodisponibilidad de los nutrientes, lo que beneficia el rendimiento general de los pollos (Dozier et al., 2005). Macay et al. (2023), afirman que la implementación de tecnologías avanzadas en la formulación y procesamiento de alimentos para aves permite mejorar tanto el bienestar animal como los niveles de productividad. Esto es crucial para la cría de pollos engorde, donde la textura y coloración de la carne son factores importantes para los consumidores.

Por otro lado, la inclusión de pigmentos naturales en alimentos balanceados peletizados ha demostrado ser una alternativa viable para mejorar la pigmentación de la piel, un aspecto clave en la percepción del consumidor (Hernández, 2023). Además, el uso de ingredientes vegetales en la formulación del balanceado no solo optimiza los costos, sino que también fomenta prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (Arias, 2012).

Finalmente, se ha evidenciado que la peletización representa una inversión que, aunque significativa, suele justificarse por las mejoras en la productividad y eficiencia de los sistemas avícolas. Tona (2012) señala que la peletización no solo facilita la distribución y almacenamiento del alimento, sino que también incrementa los márgenes de ganancia para los productores, contribuyendo a la rentabilidad del sistema productivo. Además, los pellets ofrecen ventajas logísticas, ya que son más fáciles de almacenar y manejar, lo que genera una disminución en los costos operativos asociados al transporte y distribución del alimento (Cedeño y Álava, 2024).

### **2.11. Estado del arte**

El estudio evaluó el efecto de una dieta totalmente vegetal, basada en harina de soya como fuente principal de proteína, sobre el rendimiento productivo y características de canal en pollos de engorde. Se alimentaron 240 aves Ross 308 durante 42 días con dietas formuladas sin ningún ingrediente de origen animal. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en la ganancia de peso, conversión alimenticia ni rendimiento de carcasa en comparación con dietas convencionales. Se concluye que una dieta netamente vegetal puede ser una alternativa viable para la producción comercial de carne de pollo, siempre que se equilibren adecuadamente los aminoácidos esenciales (Aftab et al., 2006).

El presente trabajo comparó el desempeño zootécnico de pollos de engorde alimentados con dietas 100% vegetales (harina de soya y maíz) frente a dietas con inclusión de harina de pescado. Se evaluaron parámetros de crecimiento, consumo de alimento y conversión alimenticia durante 6 semanas. Los resultados indicaron que las dietas vegetales, suplementadas con metionina sintética, mantuvieron un rendimiento comparable al tratamiento con harina de pescado, sin comprometer la salud ni la productividad. Se sugiere que las dietas exclusivamente vegetales pueden ser utilizadas de manera segura en sistemas comerciales con control nutricional preciso (Leeson, 2008).

Arias (2015), se evaluó la sustitución de la pasta de soya por pasta de Sacha Inchi en balanceados para pollos de engorde, utilizando porcentajes de 5%, 10%, 15% y 30%. Se compararon con un balanceado comercial en pollos. Los resultados iniciales fueron favorables en cuanto a peso corporal y conversión alimenticia. Sin embargo, en las últimas semanas, los formulados con Sacha Inchi presentaron un aumento en la mortalidad y un rendimiento zootécnico inferior. Se concluyó que la pasta de Sacha Inchi contiene un inhibidor de crecimiento, lo que afectó negativamente los resultados.

Cedeño y Álava (2024), evaluó el efecto de la harina de alfalfa (*Medicago sativa*) en los parámetros productivos y de salud de pollos COBB 500. Se evaluó la inclusión de harina de alfalfa al 4%, 8%, 12% más un control se encontró diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) a favor del control en los parámetros productivos y de salud. Además, se concluyó que altas concentraciones de harina de alfalfa no son rentables económicamente, aunque mejoran los parámetros de salud, como el volumen corpuscular medio (VCM).

Estrada-Chavarrea (2005), menciona que la explotación avícola Santa Teresita. Se utilizaron pollos de engorde durante cinco meses. Los resultados indicaron que, aunque no hubo diferencias significativas en la fase inicial (0-4 semanas), el mejor rendimiento se obtuvo con el tratamiento de aminoácidos sintéticos. En la fase final (5-8 semanas), este tratamiento registró el mejor peso final (2613,62 g), con un costo de ganancia de peso de 0,68 dólares/kg. Se recomienda su uso durante todo el ciclo productivo.

Jacome et al. (2024), encontraron que la ganancia de peso (GP), de los tratamientos con pigmentos naturales mostraron una mejora significativa en comparación con el grupo control. La harina de remolacha (HR) fue la que registró la mayor ganancia de peso en todas las concentraciones, con un incremento constante a medida que aumentaba el porcentaje de

adición. Por su parte, la harina de zanahoria (HZ) y la harina de calabaza (HC) también mejoraron la ganancia de peso, aunque en menor grado. En general, los tratamientos con pigmentos naturales tuvieron un efecto positivo en la GP, destacándose la harina de remolacha como la más efectiva, especialmente en la concentración del 5% (3215,5 g/ave).

## CAPITULO III

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 3.1 Descripción del sistema

##### 3.1.1 Implementación de sistema de pelitización y formulación de alimento balanceado con ingredientes vegetal y mineral para pollos de engorde en la Granja Experimental Río Suma

La implementación del sistema para la elaboración de alimento balanceado vegetal para pollos de engorde broilers en la Granja Experimental Río Suma contempló la incorporación de tres equipos fundamentales: una mezcladora eléctrica de 150 kg de capacidad, una peletizadora modelo 9KLP150 y un molino eléctrico de 3 HP. La mezcladora opera con un motor de 4 kW a 1440 RPM, alimentado por corriente alterna de 220 V y con un consumo de 18,6 amperios. Su eje de mezclado alcanza 60 RPM y utiliza aceite SAE 80W90 en la caja reductora.

El sistema está compuesto por una tolva de carga para insumos vegetales (como granos, harinas, minerales y aditivos), un sistema de aspas que homogeniza los ingredientes y una compuerta inferior de descarga. La peletizadora, equipada con un motor de 4,5 kW (6 HP), también trabaja a 1440 RPM y corriente monofásica de 220 V, con un consumo de 22 amperios. Su capacidad de producción varía según la matriz empleada: 150 kg/h con 6,0 mm, 120 kg/h con 3,8 mm y 100 kg/h con 2,0 mm. Entre sus ventajas destacan la producción de pellets con forma uniforme, diámetro constante y baja generación de finos.

Finalmente, el molino de 3 HP se utilizó para reducir el tamaño de partícula de las materias primas antes del mezclado, garantizando una molienda homogénea. La inversión total en estos tres equipos ascendió a 4.350 dólares, distribuidos en 1.050 \$ para la mezcladora, 1.100 \$ para la peletizadora y 2.200 \$ para el molino.

Esta infraestructura permitió evaluar el efecto del proceso de peletización sobre variables físicas como la resistencia mecánica, la homogeneidad en forma y tamaño del pellet y la relación costo-beneficio del alimento elaborado. 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 8.** *Desglose de gastos en equipos utilizados para la producción peletizado*

| Ítem                                 | Cantidad | Descripción                                         | Valor unitario (\$) | Valor total (\$) |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------|---------------------|------------------|
| 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 6QQ/hora, 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 8). 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 con ingredientes vegetal y mineral del alimento balanceado para pollos de engorde**

La formulación del alimento balanceado se estableció considerando los requerimientos nutricionales de los pollos de engorde en sus fases productivas: inicio, crecimiento y engorde. Para alcanzar un equilibrio adecuado entre proteína bruta, energía metabolizable y otros nutrientes esenciales, se aplicó la tabla Pearson, herramienta que facilita la proporción técnica de los ingredientes. Este enfoque permitió garantizar una dieta equilibrada que satisficiera las demandas fisiológicas de cada etapa del ciclo productivo, favoreciendo así un desempeño óptimo en parámetros de crecimiento y conversión alimenticia.

Se emplearon exclusivamente insumos de origen vegetal y mineral, evitando subproductos animales, con el propósito de responder a lineamientos de sostenibilidad y a las exigencias de consumidores que buscan productos más naturales.

En la formulación se incorporó achiote (*Bixa orellana* L.) como pigmento natural, utilizado para mejorar la coloración de la piel y la carne, atributo valorado en el mercado local. Adicionalmente, este aditivo contiene compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas, lo cual favorece la salud intestinal, incrementa la eficiencia digestiva y contribuye al bienestar de las aves, impactando de manera positiva en la calidad del producto final.

La Tabla 9 detalla los ingredientes empleados en la formulación junto con el aporte porcentual de nutrientes de cada componente, constituyendo la base técnica para la elaboración del alimento balanceado de origen vegetal. Este procedimiento aseguró uniformidad en la dieta y una respuesta productiva eficiente en pollos de engorde bajo condiciones controladas de crianza.

**Tabla 9.** *Ingredientes utilizados en la formulación del alimento balanceado*

| <b>Ingrediente</b>              | <b>Cantidad (lb)</b> | <b>Prot, % asumida</b> | <b>Proteína aportada (lb)</b> | <b>ME (kcal/kg)</b> | <b>ME (kcal/lb)</b> | <b>Energía aportada (kcal)</b> | <b>% Aporte proteína</b> | <b>% Aporte energía</b> |
|---------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Maíz molido                     | 51                   | 8                      | 4,99                          | 3.400               | 1.542,22            | 96.157,16                      | 27,8                     | 69,86                   |
| Harina de soya (48%)            | 35                   | 48                     | 11,35                         | 2.450               | 1.111,30            | 26.282,31                      | 63,28                    | 19,1                    |
| Afrecho de trigo                | 10                   | 16                     | 1,6                           | 1.550               | 703,07              | 7.030,69                       | 8,92                     | 5,11                    |
| Aceite vegetal                  | 2                    | 0                      | 0                             | 9.000               | 4.082,34            | 8.164,67                       | 0                        | 5,93                    |
| Sal mineral + calcio (Calcicel) | 1                    | 0                      | 0                             | 0                   | 0                   | 0                              | 0                        | 0                       |
| Suplemento vitamínico (ABC)     | 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>—</b>               | <b>17,94</b>                  | <b>—</b>            | <b>—</b>            | <b>137.634,83</b>              | <b>100</b>               | <b>100</b>              |

A partir de esta información, se aplicó el cálculo del coeficiente de Pearson para formular mezclas equilibradas que satisfagan las necesidades fisiológicas de las aves en cada etapa: inicio (1–20 días), crecimiento (21–35 días) y engorde (36–49 días). Se presenta en la Tabla 9 con los ingredientes utilizados en la formulación, así como los porcentajes de nutrientes que aporta cada uno, como base para la elaboración del alimento balanceado vegetal.

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

Los ingredientes fueron seleccionados en función de su valor nutricional, disponibilidad en el entorno local y costo accesible. Se priorizaron materias primas de origen vegetal, como maíz molido, harina de soya, afrecho de trigo, aceite vegetal, y pigmentos naturales como achiote considerando su contribución en energía, proteína y mejoradores sensoriales. La adquisición se realizó directamente en la zona del cantón El Carmen, Manabí, con el objetivo de reducir costos logísticos y fomentar el uso de recursos locales.

### **Etapas 2: Mezcla de ingredientes**

Una vez pesadas las cantidades específicas por cada fórmula (ver Tabla 9), se procedió a la mezcla de ingredientes secos en una mezcladora horizontal de eje rotativo. El orden de incorporación se basó en el principio de densidad y tamaño de partícula, iniciando con los ingredientes de mayor densidad como el maíz molido y la harina de soya, seguidos por los de

menor peso específico como el afrecho de trigo, premezclas vitamínicas y aceite vegetal. Esta secuencia permitió mejorar la distribución uniforme de los componentes menores y evitar su segregación

El tiempo de mezcla fue de 12 minutos, conforme a las recomendaciones de uniformidad (>90% CV) en la preparación de alimentos balanceados, según estándares de calidad nutricional avícola. Durante este proceso, se mantuvo una agitación constante a velocidad media para evitar la desintegración de partículas finas y lograr una mezcla homogénea apta para el posterior peletizado.

### 3.2 Plan de implementación

| Etapas del proceso                           | Actividad realizada                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Recepción de materias primas</b>          | Se verificó la disponibilidad y calidad de los ingredientes: harina de maíz, harina de soya, afrecho de trigo, aceite vegetal, sal mineral, premix y achiote <b>Ver anexo 8.</b>                                        |
| <b>Molienda de ingredientes</b>              | Se utilizó el molino eléctrico de 3 HP para reducir el tamaño de partícula de las materias primas secas, mejorando la uniformidad y digestibilidad del alimento.                                                        |
| <b>Mezclado de ingredientes</b>              | Se incorporaron los ingredientes en la tolva de la mezcladora eléctrica de 150 kg. El sistema de espas internas permitió una mezcla homogénea durante 10 minutos <b>Ver anexo 9.</b>                                    |
| <b>Inclusión de aditivos</b>                 | Durante el mezclado, se añadieron la premezcla vitamínico-mineral y el pigmento natural (achiote en polvo), asegurando su correcta distribución <b>Ver anexo 10.</b>                                                    |
| <b>Verificación del mezclado</b>             | Se extrajo una muestra de la mezcla para revisar la homogeneidad y se ajustó la proporción de los ingredientes si fue necesario <b>Ver anexo 11.</b>                                                                    |
| <b>Peletizado del alimento</b>               | Se transfirió la mezcla al sistema peletizador 9KLP150, utilizando una matriz de 3,8 mm para obtener pellets adecuados para la etapa productiva evaluada <b>Ver anexo 12.</b>                                           |
| <b>Recolección y enfriamiento de pellets</b> | Los pellets producidos fueron recolectados y enfriados a temperatura ambiente luego se almacenaron en sacos de polipropileno y se dejaron enfriar al ambiente para evitar condensación y deterioro <b>Ver anexo 13.</b> |
| <b>Almacenamiento temporal</b>               | El alimento peletizado se almacenó en condiciones secas, ventiladas y protegidas del sol directo, evitando la presencia de roedores o humedad.                                                                          |
| Etapas del proceso                           | Actividad realizada                                                                                                                                                                                                     |

| <b>Etapas del proceso</b>                    | <b>Actividad realizada</b>                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Recepción de materias primas</b>          | Se verificó la disponibilidad y calidad de los ingredientes: harina de maíz, harina de soya, afrecho de trigo, aceite vegetal, sal mineral, premix y achiote <i>Ver anexo 8</i> .                                        |
| <b>Molienda de ingredientes</b>              | Se utilizó el molino eléctrico de 3 HP para reducir el tamaño de partícula de las materias primas secas, mejorando la uniformidad y digestibilidad del alimento.                                                         |
| <b>Mezclado de ingredientes</b>              | Se incorporaron los ingredientes en la tolva de la mezcladora eléctrica de 150 kg. El sistema de aspas internas permitió una mezcla homogénea durante 10 minutos <i>Ver anexo 9</i> .                                    |
| <b>Inclusión de aditivos</b>                 | Durante el mezclado, se añadieron la premezcla vitamínico-mineral y el pigmento natural (achiote en polvo), asegurando su correcta distribución <i>Ver anexo 10</i> .                                                    |
| <b>Verificación del mezclado</b>             | Se extrajo una muestra de la mezcla para revisar la homogeneidad y se ajustó la proporción de los ingredientes si fue necesario <i>Ver anexo 11</i> .                                                                    |
| <b>Peletizado del alimento</b>               | Se transfirió la mezcla al sistema peletizador 9KLP150, utilizando una matriz de 3,8 mm para obtener pellets adecuados para la etapa productiva evaluada <i>Ver anexo 12</i> .                                           |
| <b>Recolección y enfriamiento de pellets</b> | Los pellets producidos fueron recolectados y enfriados a temperatura ambiente luego se almacenaron en sacos de polipropileno y se dejaron enfriar al ambiente para evitar condensación y deterioro <i>Ver anexo 13</i> . |
| <b>Almacenamiento temporal</b>               | El alimento peletizado se almacenó en condiciones secas, ventiladas y protegidas del sol directo, evitando la presencia de roedores o humedad.                                                                           |

### 3.3 Resultados

#### 3.3.1 Formulación de alimento balanceado para pollos broiler en etapa inicial de (1–20 días de edad)

Para el desarrollo del alimento balanceado vegetal, se seleccionaron materias primas de origen local que ofrecieran una adecuada digestibilidad y valor funcional. La formulación incluyó fuentes vegetales con buen aporte energético, contenido intermedio de fibra y nivel proteico compatible con los requerimientos estándar para pollos broiler.

Se incorporó achiote como pigmento natural, con el propósito de mejorar la pigmentación cutánea de las aves, en respuesta a las preferencias del mercado ecuatoriano. La formulación del alimento balanceado se desarrolló utilizando el cuadrado de Pearson lo que

permitió establecer con precisión los niveles de inclusión de los ingredientes vegetales y de los aditivos naturales, ajustándolos a las exigencias específicas de las tres fases productivas del broiler: inicio, crecimiento y engorde.

Se consideró la inclusión de ingredientes estratégicos como la harina de maíz, con un contenido de proteína cercano al 8 %, y la harina de soya, con un aporte proteico del 40 %. Por esta razón, se definió una inclusión del 48 % de harina de maíz y 38 % de harina de soya dentro de la mezcla. El 14 % restante se distribuyó entre otros ingredientes complementarios que aportaron energía, fibra, minerales y pigmentos, completando así una ración nutricionalmente equilibrada y adecuada para la etapa inicial del broiler. La formulación alcanzó 2 879 kcal/kg de energía metabolizable y 22 % de proteína cruda (Tabla 10).

**Tabla 10.** *Formulación de alimento balanceado para etapa inicial (1-20 días) molido finamente en grado de 3 mm) para etapa inicial*

| <b>Ingrediente</b>          | <b>Cantidad (lb)</b> | <b>Función principal</b>   |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------|
| Maíz molido                 | 48                   | Energía                    |
| Harina de soya              | 38                   | Proteína vegetal principal |
| Afrecho de trigo            | 10                   | Fibra digestible           |
| Aceite vegetal              | 2                    | Energía adicional          |
| Sal mineral                 | 1                    | Minerales esenciales       |
| Suplemento vitamínico (ABC) | 0,5                  | Vitaminas y minerales      |
| <b>Achiote en polvo</b>     | 0,5                  | Pigmentante natural        |
| <b>Total</b>                | 100 lb               |                            |

**Autora:** Angie Cedeño

### **3.3.2 Formulación de alimento balanceado para pollos broiler en etapa de crecimiento de (21–35días)**

Para alcanzar este nivel nutricional, se utilizaron como ingredientes principales la harina de maíz, con un contenido proteico del 8 %, y la harina de soya, con un contenido del 40 %. Mediante la aplicación del método cuadrado de Pearson, se definió una proporción de 56 % de harina de maíz y 29,6 % de harina de soya, lo cual permitió alcanzar de manera precisa el 20 % de proteína bruta en la mezcla final. El restante 14,4 % de la fórmula se completó con ingredientes funcionales como afrecho de trigo, aceite vegetal, sal mineralizada, premezcla vitamínico-mineral y achiote natural, este último incluido al 0,5 % para contribuir a la pigmentación cutánea del ave (Tabla 11).

**Tabla 11.** *Fórmula para 100 libras de alimento balanceado (molido finamente en grado de 4 mm) para etapa de crecimiento*

| <b>Ingrediente</b>          | <b>Cantidad (lb)</b> | <b>Función principal</b>   |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------|
| Maíz molido                 | 54                   | Energía                    |
| Harina de soya              | 32                   | Proteína vegetal principal |
| Afrecho de trigo            | 10                   | Fibra digestible           |
| Aceite vegetal              | 2                    | Energía adicional          |
| Sal mineral                 | 0,5                  | Minerales esenciales       |
| Suplemento vitamínico (ABC) | 0,5                  | Vitaminas y minerales      |
| <b>Achiote en polvo</b>     | 1,0                  | Pigmentante natural        |
| <b>Total</b>                | <b>100 lb</b>        |                            |

Esta formulación logró un adecuado equilibrio nutricional, aportando cerca de 3 100 kcal/kg de energía metabolizable, lo que favoreció un crecimiento continuo y rentable, sin comprometer la uniformidad física del pellet ni su resistencia mecánica (Tabla 11).

En la etapa de crecimiento de los pollos de engorde, que transcurre entre los días 21 y 35 de vida, se reconoce la importancia de ajustar la dieta a los cambios metabólicos propios de esta fase, donde el ave incrementa significativamente su masa muscular y la eficiencia en la conversión del alimento. Bajo estas condiciones, se definió un requerimiento proteico del 20 %, valor que se encuentra dentro del rango recomendado de 19,50 % a 20,50 %, lo que asegura una disponibilidad adecuada de nutrientes esenciales para el desarrollo sin generar desequilibrios productivos ni económicos (Jácome et al., 2024).

### **3.3.3 Formulación de alimento balanceado para pollos broiler en etapa de engorde (36-49)**

Durante la fase de engorde, los pollos broiler reducen su requerimiento relativo de proteína y elevan su demanda energética, debido a que el metabolismo se orienta hacia la deposición de tejido muscular y grasa subcutáneo, lo cual otorga tersura y valor comercial a la canal. Con base en el método cuadrado de Pearson, se definió una inclusión del 59 % de harina de maíz, con un contenido de proteína del 8 %, y un 27 % de harina de soya, que aporta un 40 % de proteína. Esta combinación permitió alcanzar el requerimiento de proteína deseado. El 14 % restante se compuso por ingredientes complementarios como afrecho de trigo, aceite vegetal, sal mineralizada con calcio, premezcla vitamínico-mineral y pigmento natural (achiote), este último incorporado al 1 % para mejorar la pigmentación de la piel (Tabla 12).

**Tabla 12.** *Fórmula para 100 libras de alimento balanceado (molido finamente en grado de 5*

mm) para etapa de engorde

| Ingrediente                 | Cantidad (lb) | Función principal          |
|-----------------------------|---------------|----------------------------|
| Maíz molido                 | 56            | Energía                    |
| Harina de soya              | 30            | Proteína vegetal principal |
| Afrecho de trigo            | 13            | Fibra digestible           |
| Aceite vegetal              | 2.5           | Energía adicional          |
| Sal mineral                 | 1             | Minerales esenciales       |
| Suplemento vitamínico (ABC) | 0.5           | Vitaminas y minerales      |
| <b>Achiote en polvo</b>     | 1             | Pigmentante (1%)           |
| <b>Total</b>                | <b>100 lb</b> |                            |

**Autora:** Angie Cedeño

En esta etapa, se estableció un requerimiento de 19 % de proteína bruta y una energía metabolizable de aproximadamente 3 200 kcal kg<sup>-1</sup>, condiciones ideales para mantener tasas de crecimiento sostenidas con un costo eficiente del alimento (Tabla 12).

Toledo et al. (2011) señalan que un exceso de proteína no necesariamente se traduce en mejoras en el rendimiento zootécnico, sino que, por el contrario, incrementa los gastos asociados a la alimentación y puede derivar en una mayor excreción de nitrógeno, con impactos ambientales negativos. El incremento del costo en la fase de engorde está directamente relacionado con la necesidad de mantener altas tasas de ganancia de peso. Según Mallick et al. (2020), las dietas en esta etapa deben incrementarse en densidad energética, lo que implica mayor inclusión de maíz y aceite vegetal, ingredientes que elevan el costo por libra de alimento. No obstante, este aumento se justifica si se traduce en una mejor conversión alimenticia y uniformidad del lote.

La inclusión de pigmentos naturales como el achiote en todas las fases, especialmente en la finalización, permitió mantener la calidad sensorial exigida por el mercado sin afectar significativamente el costo total del alimento (Jácome-Gómez et al., 2024). Esto concuerda con estudios de Nunes et al. (2016), quienes afirman que es posible sustituir pigmentos sintéticos por fuentes vegetales locales como el achiote, alfalfa o cúrcuma, sin comprometer el color de piel del ave ni la rentabilidad de la dieta.

### 3.3.4 Costos por etapa de alimentación del pollo de engorde

En la formulación inicial, el maíz molido representó el insumo de mayor participación, con un costo de 12,96 dólares, equivalente al 42,5 % del gasto total. En segundo lugar, la harina

de soya alcanzó un costo de 13,30 dólares, lo que corresponde al 43,6 % del total, constituyéndose como la principal fuente proteica de la dieta. El afrecho de trigo aportó 2,50 dólares, lo que representó el 8,2 % del gasto, mientras que el aceite vegetal tuvo un costo de 0,70 dólares, equivalente al 2,3 % del total. A su vez, la sal mineral registró un valor de 0,50 dólares (1,6 %), y el suplemento vitamínico alcanzó 0,25 dólares, con una participación del 0,8 %. Finalmente, el achiote en polvo, empleado como pigmento natural, representó un costo de 0,25 dólares, lo que equivale al 0,8 % del total invertido (Tabla 13).

De esta manera, la balanceada inicial elaborado con 100 lb de mezcla vegetal alcanzó un costo final de 30,46 dólares, donde puede observarse que el maíz y la soya en conjunto explicaron más del 86 % del gasto total, confirmando su papel estratégico como insumos base de la alimentación en pollos de engorde durante los primeros 20 días de vida (Tabla 13).

**Tabla 13.** Costos del alimento balanceado – Etapa Inicial (1–20 días)

| <b>Ingrediente</b>          | <b>Cantidad<br/>(lb)</b> | <b>Precio unitario<br/>(\$/lb)</b> | <b>Costo (\$)</b> |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Maíz molido                 | 48                       | 0,27                               | 12,96             |
| Harina de soya              | 38                       | 0,35                               | 13,3              |
| Afrecho de trigo            | 10                       | 0,25                               | 2,5               |
| Aceite vegetal              | 2                        | 0,35                               | 0,7               |
| Sal mineral                 | 1                        | 0,5                                | 0,5               |
| Suplemento vitamínico (ABC) | 0,5                      | 0,5                                | 0,25              |
| <b>Achiote en polvo</b>     | 0,5                      | 0,5                                | 0,25              |
| <b>Total etapa inicial</b>  | <b>100</b>               |                                    | <b>30,46</b>      |

**Autora:** Angie Cedeño

Además, se emplearon insumos accesibles en la zona y pigmentantes naturales como el achiote (*Bixa orellana*), lo que favorece la pigmentación cutánea del ave, atributo sensorial valorado en el mercado ecuatoriano. El uso exclusivo de proteína vegetal aporta ventajas en sostenibilidad y bioseguridad alimentaria, factores claves para la proyección futura de modelos agropecuarios más responsables (Jacome et al., 2024).

En la etapa de crecimiento, el maíz molido continuó siendo el ingrediente de mayor peso económico, con un costo de 14,58 dólares, lo que representó el 48,6 % del gasto total. La harina de soya, como principal fuente proteica, alcanzó un costo de 11,20 dólares, equivalente al 37,4 % del total, consolidándose como el segundo componente más relevante en la dieta. El afrecho de trigo aportó 2,50 dólares, correspondiente al 8,3 % del gasto, mientras que el aceite vegetal

representó 0,70 dólares, es decir, el 2,3 % del total. Por su parte, la sal mineral y el suplemento vitamínico registraron cada uno un valor de 0,25 dólares, que significó el 0,8 % respectivamente. Finalmente, el achiote en polvo, empleado al 1 % de inclusión, generó un costo de 0,50 dólares, equivalente al 1,6 % del gasto total (Tabla 14).

De esta forma, el costo final del alimento en la fase de crecimiento se situó en 29,98 dólares por cada 100 lb, destacándose que el maíz y la soya juntos representaron más del 86 % de la inversión total, lo que reafirma su papel estratégico en la dieta de pollos de engorde en esta etapa, donde el ave demanda un ajuste proteico y un mayor aporte energético para sostener su ritmo de crecimiento (Tabla 14).

**Tabla 14.** *Costos del alimento balanceado – Etapa de crecimiento (21–35 días)*

| <b>Ingrediente</b>          | <b>Cantidad<br/>(lb)</b> | <b>Precio unitario<br/>(\$/lb)</b> | <b>Costo (\$)</b> |
|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Maíz molido                 | 54                       | 0,27                               | 14,58             |
| Harina de soya              | 32                       | 0,35                               | 11,2              |
| Afrecho de trigo            | 10                       | 0,25                               | 2,5               |
| Aceite vegetal              | 2                        | 0,35                               | 0,7               |
| Sal mineral                 | 0,5                      | 0,5                                | 0,25              |
| Suplemento vitamínico (ABC) | 0,5                      | 0,5                                | 0,25              |
| <b>Achiote en polvo</b>     | <b>1</b>                 | <b>0,5</b>                         | <b>0,5</b>        |
| <b>Total etapa engorde</b>  | <b>100</b>               |                                    | <b>29,98</b>      |

**Autora:** Angie Cedeño

Es importante destacar que, a diferencia del alimento comercial que incluye fuentes de proteína de origen animal, la formulación evaluada en este estudio se basa exclusivamente en ingredientes vegetales (maíz, soya, afrecho de trigo, aceite vegetal, entre otros). Esto no solo reduce costos, sino que mejora la sostenibilidad del sistema productivo y minimiza riesgos asociados a contaminaciones microbiológicas propias de subproductos cárnicos (Arias, 2015).

En la fase de engorde, el maíz molido constituyó el ingrediente de mayor peso económico, con un costo de 15,12 dólares, lo que representó el 50,7 % del gasto total. En segundo lugar, la harina de soya alcanzó un valor de 10,50 dólares, equivalente al 35,2 % del total, consolidándose como la principal fuente de proteína vegetal en esta fase. El afrecho de trigo aportó 2,50 dólares, que correspondieron al 8,4 % del gasto, mientras que el aceite vegetal (rojo de palma) registró un costo de 0,70 dólares, representando el 2,3 % del total. Por su parte, la sal mineral más calcio tuvo un valor de 0,50 dólares, es decir, el 1,7 %, y la premezcla vitamínico-mineral aportó 0,25 dólares, equivalente al 0,8 %. Finalmente, el achiote en polvo,

incorporado como pigmento natural, representó un gasto de 0,25 dólares, lo que significó el 0,8 % del total (Tabla 15).

En conjunto, el costo del alimento en esta etapa se situó en 29,82 dólares por cada 100 lb, evidenciando que el maíz y la soya explicaron aproximadamente el 86 % de la inversión total, lo cual reafirma su rol esencial como bases energéticas y proteicas en la dieta de pollos de engorde durante la fase final, donde el énfasis nutricional se centra en maximizar la deposición de masa muscular y grasa subcutánea con eficiencia económica (Tabla 15).

**Tabla 15.** *Costos del alimento balanceado – Etapa de engorde (36–49 días)*

| <b>Ingrediente</b>             | <b>Cantidad (lb)</b> | <b>Precio unitario (\$/lb)</b> | <b>Costo (\$)</b> |
|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|
| Maíz molido                    | 56                   | 0,27                           | 15,12             |
| Harina de soya                 | 30                   | 0,35                           | 10,5              |
| Afrecho de trigo               | 10                   | 0,25                           | 2,5               |
| Aceite vegetal (rojo de palma) | 2                    | 0,35                           | 0,7               |
| Sal mineral + calcio           | 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>29,82</b>      |

**Autora:** Angie Cedeño

Los resultados muestran que la formulación vegetal resulta más económica en la etapa inicial, lo cual es coherente con estudios como el de Leeson, (2008) quien señala que, durante los primeros 20 días, las aves requieren mayor digestibilidad y menor concentración energética, permitiendo el uso de ingredientes de bajo costo como afrecho de trigo.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

Se implementó en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, un sistema de peletización orientado a fortalecer los procesos académicos, investigativos y de vinculación con la comunidad. El equipo instalado constituye una herramienta tecnológica estratégica que optimiza la formulación y elaboración de alimentos balanceados, favorece la homogeneidad de las dietas, mejora el aprovechamiento de los nutrientes y contribuye al incremento de la productividad en los sistemas de crianza animal.

La formulación de un alimento balanceado a base de insumos vegetales para pollos de engorde permitió alcanzar un adecuado equilibrio nutricional en cada fase productiva, cubriendo los requerimientos establecidos. En la etapa inicial se logró un nivel de 22 % de proteína cruda y una energía metabolizable de 2 879 kcal/kg; en la fase de crecimiento, la dieta aportó 20 % de proteína y aproximadamente 3 100 kcal/kg; mientras que en la fase de engorde se estableció un contenido de 19 % de proteína con una energía cercana a 3 200 kcal/kg.

Desde el punto de vista económico, el análisis reflejó que la formulación del alimento balanceado elaborada con insumos vegetales y minerales presentó un costo asociado únicamente a las materias primas empleadas, registrándose en la etapa inicial (1–20 días) un valor de 30,46 dólares por cada 100 lb (0,30 dólares por libra), en la etapa de crecimiento (21–35 días) 29,98 dólares por cada 100 lb (0,29 dólares por libra) y en la etapa de engorde (36–49 días) 29,82 dólares por cada 100 lb (0,29 dólares por libra).

## 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda continuar utilizando el *diagrama de Pearson* como herramienta de referencia para futuras formulaciones de alimento balanceado vegetal, ya que permite ajustar de forma precisa los niveles proteicos requeridos en cada fase del desarrollo del broiler. Asimismo, se sugiere validar la fórmula con análisis bromatológicos periódicos para garantizar la constancia del valor nutricional del alimento según la variación de las materias primas locales.
- Considerando que las dietas formuladas en esta investigación lograron cubrir los requerimientos nutricionales sin incluir insumos de origen animal, se recomienda fomentar el desarrollo de programas de alimentación vegetal como alternativa sostenible y biosegura, especialmente en zonas donde el acceso a subproductos animales es limitado o costoso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFABA. (2024). *AFABA – Asociación Ecuatoriana de Fabricantes de Alimentos Balanceados para Animales*. <https://afaba.net/>
- Aftab, U., Ashraf, M., & Jiang, Z. (2006). Low protein diets for broilers. *World's Poultry Science Journal*, 62(4), 688-701.
- Aligen. (2018). *Manual de manejo Pollo Engorde ROSS*. <https://aviagen.com/es/brands/ross/>
- APROBAL. (2024, enero 23). la industria de alimentos balanceados tuvo un crecimiento del 10% en 2023 y se espera aumentar el índice EN 2024. *Aprobal*. <https://aprobal.com/la-industria-de-alimentos-balanceados-tuvo-un-crecimiento-del-10-en-2023-y-se-espera-aumentar-el-indice-en-2024/>
- 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».
- Ardoino, S. M., Toso, R. E., Alvarez, H. L., Mariani, E. L., Cachau, P. D., Mancilla, M. V., & Oriani, D. S. (2017). Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: Uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo / Antimicrobial as growth promoters (AGP) in poultry balanced feed: use, bacterial resistanc. *Ciencia Veterinaria*, 19(1), Article 1. <https://doi.org/10.19137/cienvet-20171914>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (6ta ed.). Fideas G.
- Arias, H. E. (2015). *Formulación de alimento balanceado a base de pasta de sachá inchi plukenetia volúbilis y evaluación de su efecto sobre los parámetros zootécnicos de pollos de engorde* [bachelorThesis, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/1547>
- Arreaga, J. (2016). *“Producción de pollos cuello desnudo en pastoreo alimentados con lombriz roja californiana (Eisenia foetida) y harina de hoja de plátano (musa paradisiaca l.), incluido en dietas balanceadas”*. [Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6b0a09b7-6438-42cd-8223-8618e74ecd0d/content>
- Avi-Paz. (2024). *Uso de Balanceadon en la industria Avícola*. <https://avipaz.com.ec/nosotros/>
- Barzallo, D. (2019). Análisis de la Innovación Tecnológica Avícola Ecuatoriano en el Contexto De Industria 4.0. *Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 1(2), 9-9.

- Batal, A., & Parsons, C. (2002). Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. *Poultry Science*, 81(3), 400-407.
- 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.
- Campo, R. O., Romero, R. M., & Medina, A. R. (2004). Costos de producción en la cría de pollos de engorde. *Revista Venezolana de Gerencia*, 9(28), 1-27.
- Canet, Z. E., Advínculo, S., Sciutto, A. C., Librera, J. E., Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2014). Conformación corporal y caracteres a la faena en machos y hembras de dos híbridos experimentales de tres vías de pollos camperos. *Revista ciencias veterinaria*, 16(1), 29-47.
- 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)
- Combellas, J., Jacqueline, S., Tesorero, M., & Gabaldón, L. (2002). Respuesta productiva de mautes a la adición de un cultivo de levaduras a una dieta de pasto, cama de pollos y afrechillo de trigo. *Zootecnia Tropical*, 20(3), 373-381.
- 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.
- Dozier III, W., Behnke, K., Gehring, C., & Branton, S. (2010). Effects of feed form on growth performance and processing yields of broiler chickens during a 42-day production period. *Journal of Applied Poultry Research*, 19(3), 219-226.
- Dozier, W., Hanna, W., & Behnke, K. (2005). Grinding and pelleting responses of pearl millet-based diets. *Journal of applied poultry research*, 14(2), 269-274.
- Estrada Chavarrea, J. I. (2005). *Sustitución de la Harina de Pescado por Adición Amino Acidica en Cría y Acabado de Pollos Parrilleros* [bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2375>

- FAO. (2013). *Revisión del desarrollo avícola* (Vol. 1). [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59348380/bienestar\\_animal20190521-113840-18rz26c-libre.pdf?1558495764=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DREVISION\\_DEL\\_DESARROLLO\\_AVICOLA.pdf&Expires=1728675743&Signature=biH7POkOPt8t5br4NIQkJAnJLNLWlbSfpAepdEM3FGJIAyrP4Nl-RZ0KsZ0-lc-vadYNx3rzMRD~KvogiVBXj6S8dFjn78A6Cxf8wFmlNChnuh1~T9nRofowQshMpyCFIJLcIJ5IB55UuNnA0~NS06RXaQ-m3wDC529ZA0RiSuRs-qHhIHf0qJ6MwGH8THY67ISNtQtAlkLeV7mSdeGTvKYtCo01TiDbxNr7tAnwvoz xTyfveGzYGoHIRCKStg5JFG4JX30v92TaNnimPv9B~V-41ZC4Ft61fUe054k~f5p8xI5s9K85qeMYWFp4MKJp4NX~1BJtSK8SfQ4DkNbw2-A\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=68](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59348380/bienestar_animal20190521-113840-18rz26c-libre.pdf?1558495764=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DREVISION_DEL_DESARROLLO_AVICOLA.pdf&Expires=1728675743&Signature=biH7POkOPt8t5br4NIQkJAnJLNLWlbSfpAepdEM3FGJIAyrP4Nl-RZ0KsZ0-lc-vadYNx3rzMRD~KvogiVBXj6S8dFjn78A6Cxf8wFmlNChnuh1~T9nRofowQshMpyCFIJLcIJ5IB55UuNnA0~NS06RXaQ-m3wDC529ZA0RiSuRs-qHhIHf0qJ6MwGH8THY67ISNtQtAlkLeV7mSdeGTvKYtCo01TiDbxNr7tAnwvoz xTyfveGzYGoHIRCKStg5JFG4JX30v92TaNnimPv9B~V-41ZC4Ft61fUe054k~f5p8xI5s9K85qeMYWFp4MKJp4NX~1BJtSK8SfQ4DkNbw2-A__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA#page=68)
- Fierro, M. M. T., González, E. Á., García, M. C., & Soria, H. N. (2005). Efecto de la incorporación de harina de pescado con distinto grado de cocción a dietas para pollos de engorda formuladas a un perfil de aminoácidos digestibles. *Técnica Pecuaria en México*, 43(3), 297-308.
- Flores, M. D., Franco, M. E. V. E., Ricalde, D. C., Garduño, A. A. L., & Apáez, M. R. (2013). *Metodología de la investigación*. Editorial Trillas, SA de CV.
- 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>
- Gómez, R. S., Cortés Cuevas, A., López Coello, C., & Ávila González, E. (2011). Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. *Veterinaria México*, 42(4), 299-309.
- Google Maps. (2024). *Ubicacion geografica del ensayo* [Ubicacion geografica del ensayo]. <https://www.google.com/maps/@-0.2643624,-79.4325654,6978m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu>
- Guevara, J. E. (2020). *Comportamiento productivo en pollos de engorde camperos alimentados con harina de plátano (Musa paradisiaca)* [Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5967>
- Hernández, M. del R. (2023). *Formulación de un balanceado a base de cochinilla (Dactylopus Coccus) como sustituto a la soya para pollos de engorde* [Tesis de Grado, Escuela

INAMHI. (2022, abril 16). *Anuario meteorológico*. 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).

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>

Jácome-Gómez, J. R., Sánchez, E. J. S., Mendoza, M. E. Z., De la Cruz Chicaiza, M. V., & Macay- Anchundia, M. Á. M. (2022). Efecto de diferentes materiales de cama sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde Cobb 500. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 3868-3881.

Jácome-Gómez, J. R., Valencia-Enríquez, X. P., Salcán-Sánchez, E. J., Martínez Sotelo, M. C., & de La Cruz Chicaiza, D. L. (2024). *Daucus carota L. como fuente de pigmento natural y su efecto sobre los parámetros zootécnicos en pollos de engorde Cobb 500. La técnica*, 14(1), 29-36.

Jahan, M., Asaduzzaman, M., & Sarkar, A. (2006). Performance of broiler fed on mash, pellet and crumble. *International Journal of poultry science*, 5(3), 265-270.

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.

Leeson, S. (2008). Predictions for commercial poultry nutrition. *Journal of Applied Poultry Research*, 17(2), 315-322.

Liu, S. Y., Selle, P. H., Raubenheimer, D., Cadogan, D. J., Simpson, S. J., & Cowieson, A. J. (2016). An assessment of the influence of macronutrients on growth performance and nutrient utilisation in broiler chickens by nutritional geometry. *British Journal of Nutrition*, 116(12), 2129-2138.

Lloor-Mendoza, N. E. (2016). Fundamentos de los alimentos peletizados en la nutrición animal. *Dominio de las Ciencias*, 2(4), Article 4. <https://doi.org/10.23857/dc.v2i4.257>

López, E. R. (2023). *Niveles de inclusión de Tithonia Diversifolia en pollos de carne como fuente de fibra y pigmento*. [Universidad Técnica De Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10779>

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.
- MAG. (2022). *Nforme de producción avícola en Ecuador* [Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)]. <https://www.agricultura.gob.ec/trabajo-coordinado-entre-sectores-publico-y-privado-permite-exportar-1-5-millones-de-libras-de-carne-de-pollo/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20cada%20a%C3%B1o%20el,corral%20crecer%20en%20un%2055%25>.
- Mallick, P., Muduli, K., Biswal, J. N., & Pumwa, J. (2020). Broiler poultry feed cost optimization using linear programming technique. *Journal of Operations and Strategic Planning*, 3(1), 31-57.
- Nunes, R., Scherer, C., Poveda, A., da Silva, W., Appelt, M., & Bruno, L. (2016). Uso de probióticos en dietas de origen animal o vegetal para pollos de engorde. *Revista MVZ (Medicina Veterinaria y Zootecnia)*, 21(2), 5336-5345.
- Pomboza-Tamaquiza, P., Guerrero-López, R., Guevara-Freire, D., & Rivera, V. (2018). Granjas avícolas y autosuficiencia de maíz y soya: Caso Tungurahua-Ecuador. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 28(51), 0-0.
- 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>
- Salinas, P., Rom&acute;, Daniel, N., Mar&acute;, F., & a. (2020). Actividad Antibacteriana y Concentraci&acute;n Inhibitoria M&acute;nima de Aceites Esenciales como Nutrici&acute;n Av&acute;cola. *Revista Cient&acute;fica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 30(2), 974-982.
- Sánchez, D. R., & Gusqui, D. R. (2017). *Implementación de un sistema de control automático y monitoreo, usando un controlador y una interfaz de usuario para la molienda y mezclado de alimentos balanceados de la Avícola la Morenita*. [bachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8862>
- Santana, F. (2013). *Determinación del aumento de peso en pollos de engorde (Gallus gallus) mediante la incorporación de diferentes fuentes proteicas a su alimentación* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3064>
- Supliguicha, K. (2023). *Evaluación de diferentes niveles de harina de cúrcuma (Cúrcuma longa) en la alimentación de pollos camperos* [Tesis de gardo, Escuela Superior

- Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/21995>
- Tona, N. (2012). *Current and future improvements in livestock nutrition and feed resources* (1st ed., Vol. 6). <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/1110/1274>
- Véliz, N. (2021). *Estudio de factibilidad para la implementación de línea de peletizado en la Planta de Alimentos Concentrados para Consumo Animal de Zamorano* [Tesis de Grado, Escuela Agrícola Panamericana «Zamorano»]. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/b7a1e1d6-59ce-4518-9627-66132f324c3b/content>

## ANEXOS

### **Anexo 1.** *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 **treinta (30) días del mes de julio 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 Victor Fernando  
C.I. 2350557795

Demera Aray Cristian Adrián  
C.I. 2300146095

Gaibor Anchundia Estefany Johana  
C.I. 720058682

Loo Gómez Jeniffer Lisbeth  
C.I. 2300558794

Loo Loo Dina Esther  
C.I. 2350563942

Marquez Torres Keilly Jamileth  
C.I. 2350892283

Meccias Acosta Angélica María  
Antonio  
C.I. 1313628784

Mendoza Mendieta Edison  
C.I. 1727248872

Méndez Bermúdez Juan Ignacio  
C.I. 2300665979

Zambrano García María Belén  
C.I. 1752400976

RECEPCIÓN:

Dr. Fermín Bravo Tuárez, Mg.  
Decano – Extensión El Carmen

**Anexo 2. 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<br>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 -<br>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    |
| VALOR TOTAL            | 4350.00 |

### Anexo 3. Ficha Técnica de la pelletizadora

## FICHA TÉCNICA

MAX FARMER  
INGENIEROS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

# PELLETIZADORA 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

|              |         |
|--------------|---------|
| Matriz 6.0mm | 100KG/H |
| Matriz 3.8mm | 80KG/H  |
| Matriz 2.0mm | 60KG/H  |

#### Modelo 9KLP150

|              |         |
|--------------|---------|
| Matriz 6.0mm | 150KG/H |
| Matriz 3.8mm | 120KG/H |
| Matriz 2.0mm | 100KG/H |



### Anexo 4. Incorporación de la peletizadora a la Granja Experimental Río Suma



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

### • Cálculo paso a paso con el diagrama de Pearson

#### Ingredientes seleccionados:

- Harina de maíz: 8 % de proteína bruta.
- Harina de soya: 40 % de proteína bruta.

#### 1. Colocación de los valores proteicos en el cuadrado:

- Maíz: **8 %**
- Soya: **40 %**
- Requerimiento (al centro): **22 %**

#### 2. Restas en diagonal:

- Diferencia entre soya y requerimiento:  $40 - 22 = 18 \rightarrow$  partes de maíz
- Diferencia entre maíz y requerimiento:  $22 - 8 = 14 \rightarrow$  partes de soya

#### 3. Proporciones relativas de inclusión:

- Maíz: 18 partes
- Soya: 14 partes
- Total: 32 partes

#### 4. Porcentajes de inclusión en la mezcla:

- Maíz:  $(18 \div 32) \times 100 = 56,25 \%$
- Soya:  $(14 \div 32) \times 100 = 43,75 \%$

#### 5. Verificación del aporte proteico:

- Aporte del maíz:  $56,25 \times 0,08 = 4,50 \%$
- Aporte de la soya:  $43,75 \times 0,40 = 17,50 \%$
- **Total proteína en la mezcla = 22 %**

| Materias primas | Prot Bruta | Requerimiento | Diferencia | %     | Aporte % |
|-----------------|------------|---------------|------------|-------|----------|
| Maíz            | 8          | 22            | 18         | 56,25 | 4,5      |
| Soya            | 40         | 22            | 14         | 43,75 | 17,5     |
|                 |            | 32            |            | 100   | 22       |

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

## Anexo 6. Cálculo del balance proteico utilizando en el diagrama del cuadrado de Pearson en

etapa de desarrollo

### Ingredientes seleccionados:

- Harina de maíz: 8 % PB
- Harina de soya: 40 % PB
- Requerimiento: 20 % PB

#### 1. Colocación en el cuadrado de Pearson:

- Maíz: 8 %
- Soya: 40 %
- Requerimiento: 20 %

#### 2. Restas en diagonal:

- Diferencia entre soya y requerimiento:  $40 - 20 = 20 \rightarrow$  partes de maíz
- Diferencia entre maíz y requerimiento:  $20 - 8 = 12 \rightarrow$  partes de soya

#### 3. Proporciones relativas:

- Maíz: 20 partes
- Soya: 12 partes
- Total: 32 partes

#### 4. Porcentajes de inclusión en la mezcla:

- Maíz:  $(20 \div 32) \times 100 = 62,5 \%$
- Soya:  $(12 \div 32) \times 100 = 37,5 \%$

#### 5. Verificación del aporte proteico:

- Aporte de maíz:  $62,5 \times 0,08 = 5,0 \%$
- Aporte de soya:  $37,5 \times 0,40 = 15,0 \%$
- Total proteína = 20 %
- 

|      | Materias pri | Prot Bruta | Requerimiento | Diferencia | %    | Aporte % |
|------|--------------|------------|---------------|------------|------|----------|
| Maíz | 8            |            | 20            |            | 62,5 | 5        |
| Soya | 40           |            | 12            |            | 37,5 | 15       |
|      |              |            | 32            |            | 100  | 20       |

|                 | Lb  | 2Lb |
|-----------------|-----|-----|
| Harina maíz     | 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 maíz   | 54      |
| Harina de so  | 32      |
| 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 en el diagrama del cuadrado de Pearson en etapa de engorde**

#### 6. Los ingredientes seleccionados fueron:

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

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

El cálculo se desarrolló así:

1. **Se colocan los niveles proteicos de los ingredientes en las esquinas del cuadrado:**
  - Maíz: 8 %
  - Soya: 40 %
2. **Al centro del cuadrado se ubica el requerimiento deseado:**
  - Requerimiento: 19 %
3. **Se restan en diagonal los valores para obtener la proporción relativa:**
  - Diferencia entre maíz y requerimiento: 21 (40 - 19)
  - Diferencia entre soya y requerimiento: 11 (19 - 8)
4. **Estas diferencias determinan las proporciones relativas de inclusión:**
  - 21 partes de maíz
  - 11 partes de soya
  - Suma total: 32 partes
5. **Se calculan los porcentajes de inclusión de cada ingrediente:**
  - Maíz:  $(21 / 32) \times 100 = 65,625 \%$
  - Soya:  $(11 / 32) \times 100 = 34,375 \%$
6. **Verificación del aporte proteico de la mezcla:**
  - Aporte de maíz:  $65,625 \times 0,08 = 5,25 \%$
  - Aporte de soya:  $34,375 \times 0,40 = 13,75 \%$
  - Total proteína en la mezcla:  $5,25 + 13,75 = 19 \%$

| <div> <div>Archivo</div> <div>Inicio</div> <div>Insertar</div> <div>Disposición de página</div> <div>Fórmulas</div> <div>Datos</div> <div>Revisar</div> <div>Vista</div> <div>Ayuda</div> <div>¿Qué desea hacer?</div> <div>Compartir</div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |                 |            |               |            |        |      |          |   |   |               |         |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------|------------|---------------|------------|--------|------|----------|---|---|---------------|---------|---|---|---|
| <div> <div> <div>Pegar</div> <div>Portapapeles</div> </div> <div> <div>Calibri</div> <div>11</div> <div>A</div> <div>A</div> </div> <div> <div>N</div> <div>K</div> <div>S</div> </div> <div> <div></div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div> |   |                 |            |               |            |        |      |          |   |   |               |         |   |   |   |
| <div> <div>N16</div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |                 |            |               |            |        |      |          |   |   |               |         |   |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | A | B               | C          | D             | E          | F      | G    | H        | I | J | K             | L       | M | N | O |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                 |            |               |            |        |      |          |   |   |               |         |   |   |   |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   | Materias pri    | Prot Bruta | Requerimiento | Diferencia | %      |      | Aporte % |   |   | 86            |         |   |   |   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   | Maíz            | 8          | 19            | 21         | 65,625 |      | 5,25     |   |   | 56,4          |         |   |   |   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                 |            |               |            |        |      |          |   |   |               |         |   |   |   |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   | Soya            | 40         | 11            | 11         | 34,375 |      | 13,75    |   |   | 29,6          |         |   |   |   |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                 |            | 32            | 100        |        |      | 19       |   |   |               |         |   |   |   |
| 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                 |            |               |            |        |      |          |   |   |               |         |   |   |   |
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                 |            |               |            |        |      |          |   |   |               |         |   |   |   |
| 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |                 | Lb         | 2Lb           |            |        |      |          |   |   |               | Engorde |   |   |   |
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | Harina maíz     | 48         |               |            | 100    | 0,5  |          |   |   | Harina maíz   | 56      |   |   |   |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | Harina de soya  | 38         |               |            | 10 ?   |      |          |   |   | Harina de so  | 30      |   |   |   |
| 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | afrecho trigo   | 10         |               |            |        | 0,05 |          |   |   | afrecho trigo | 10      |   |   |   |
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | aceite          | 2          |               |            |        |      |          |   |   | aceite        | 2       |   |   |   |
| 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | Sal y calcio    | 1          |               |            |        |      |          |   |   | Sal y calcio  | 1       |   |   |   |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | Vit y minerales | 0,5        |               |            |        |      |          |   |   | Vit y mineral | 0,5     |   |   |   |
| 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | Achiote         | 0,5        |               |            |        |      |          |   |   | Achiote       | 0,5     |   |   |   |
| 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | %               |            | 100           |            |        |      |          |   |   | %             | 100     |   |   |   |
| 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |                 |            |               |            |        |      |          |   |   |               |         |   |   |   |
| 19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |                 |            |               |            |        |      |          |   |   |               |         |   |   |   |

**Anexo 8.** Materias primas para realizar el balanceado Achiote(a), harina de maíz(b), afrecho (c), soya (d), aceite rojo (e), suplemento (f), Vitaminas (g)



### **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*





# Cedeño Zambrano Angie\_ Implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para pollos de engorde.



Nombre del documento: Cedeño Zambrano Angie\_Implementación de un sistema de peletización en la producción de alimentos para pollos de engorde.docx  
ID del documento: 265cb63d3d52c53efe2b30a8f6fa4c0923a874  
Tamaño del documento original: 4,6 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: 13.514  
Número de caracteres: 91.055

Ubicación de las similitudes en el documento:

## Fuentes de similitudes

### Fuentes principales detectadas

| N° | Descripciones                                                                                                                          | Similitudes | Ubicaciones | Datos adicionales                       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-----------------------------------------|
| 1  | TESIS FINAL KEILLY MARQUEZ.docx   TESIS FINAL KEILLY MARQUEZ - Final<br>Viene de mi grupo<br>11 fuentes similares                      | 2%          |             | Palabras idénticas: 2% (342 palabras)   |
| 2  | e-revna.com<br>https://e-revna.com/index.php/revna/article/download/54677/inline1<br>3 fuentes similares                               | 1%          |             | Palabras idénticas: 1% (138 palabras)   |
| 3  | repositorio.uleam.edu.ec<br>https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4841/1/ULEAM-PLI-037.pdf<br>5 fuentes similares       | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (133 palabras) |
| 4  | repositorio.uleam.edu.ec<br>https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/5213/1/ULEAM-AGRO-0330-PLI.pdf<br>5 fuentes similares | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (131 palabras) |
| 5  | dx.doi.org   PRODUCTOS NATURALES EN LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA<br>http://dx.doi.org/10.7917/4872m081<br>2 fuentes similares                 | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (113 palabras) |

### Fuentes con similitudes fortuitas

| N° | Descripciones                                                                                                                                                                                         | Similitudes | Ubicaciones | Datos adicionales                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|----------------------------------------|
| 1  | repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar   Descripción: Antimicrobianos como prom...<br>https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/handle/document/542081/52081e45692bdc0d0c7a1e07...<br>1 fuente similar | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (31 palabras) |
| 2  | localhost   Efecto de polímeros de Quebracho Colorado (Schinopsis lorentzii) sob...<br>http://localhost:8080/revna/bitstream/3312/14637/3/UT-UCSG-PRE-TEC-CMV-69.pdf.txt<br>1 fuente similar          | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (34 palabras) |
| 3  | scholar.google.com   Miguel Angel Macay Anchundia - Google Scholar<br>https://scholar.google.com/citations?user=4b1Q764AAAAA<br>1 fuente similar                                                      | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (31 palabras) |
| 4  | repositorio.uteq.edu.ec<br>http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43009/1902/1/UT-UT-0044.pdf<br>1 fuente similar                                                                                   | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (26 palabras) |
| 5  | bdigital.zamorano.edu   Efecto de la calidad del peletizado en el desempeño del ...<br>https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/4377<br>1 fuente similar                                            | < 1%        |             | Palabras idénticas: < 1% (24 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  | TESIS FINAL VICTOR CHICAIZA.docx   TESIS FINAL VICTOR CHICAIZA - Final<br>Viene de mi grupo | 5%          |             | Palabras idénticas: 5% (165 palabras) |
| 2  | Ignacio Menendez tesis 2025.docx   Ignacio Menendez tesis 2025 - Final<br>Viene de mi grupo | 4%          |             | Palabras idénticas: 4% (475 palabras) |

*Uneta* *Scame*

