

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

FACULTAD DE POSGRADOS

INFORME DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

DE:

MAGÍSTER EN BIOTECNOLOGÍA

“EVALUACIÓN DE HIDROLATOS DE ORÉGANO (*Plectranthus amboinicus*)

EN DIETAS DE POLLOS COBB 500 COMO PROMOTOR DE
CRECIMIENTO”.

AUTOR:

NELLY GABRIELA QUEZADA PINZA

TUTOR:

CHRISTIAN MIGUEL VILLAVICENCIO YANOS

Milagro, 2025

DERECHOS DE AUTOR

Sr. Dr.

Fabricio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente,

Yo, **Nelly Gabriela Quezada Pinza** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado de Magister en Biotecnología como aporte a la Línea de Investigación **Innovación tecnológica en procesos de producción agropecuaria** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Informe de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 5 de agosto de 2025

Nelly Gabriela Quezada Pinza

2200276331

APROBACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Christian Miguel Villavicencio Yanos** en mi calidad de tutor del trabajo de titulación, elaborado por **Nelly Gabriela Quezada Pinza** cuyo tema es “**Evaluación de hidrolatos de orégano (*Plectranthus amboinicus*) en dietas de pollos COBB 500 como promotor de crecimiento**”, que aporta a la Línea de **Investigación Innovación tecnológica en procesos de producción agropecuaria**, previo a la obtención del Grado Magister en biotecnología, Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 5 de agosto de 2025



Firmado electrónicamente por:
**CHRISTIAN MIGUEL
VILLAVICENCIO YANOS**
Validar únicamente con FirmaEC

Christian Miguel Villavicencio Yanos

0915431068

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
FACULTAD DE POSGRADO
ACTA DE SUSTENTACIÓN
MAESTRÍA EN BIOTECNOLOGÍA

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los diecinueve días del mes de agosto del dos mil veinticinco, siendo las 10:00 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, ING QUEZADA PINZA NELLY GABRIELA, a defender el Trabajo de Titulación denominado " EVALUACIÓN DE HIDROLATOS DE ORÉGANO (PLECTRANTHUS AMBOINICUS) EN DIETAS DE POLLOS COBB 500 COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO", ante el Tribunal de Calificación integrado por: Dra. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES, Presidente(a), MARTINEZ VALENZUELA GUSTAVO ELIAS en calidad de Vocal; y, SEVILLA CARRASCO JAIME DAVID que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo la calificación de: **100.00** equivalente a: **EXCELENTE**.

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 11:00 horas.



Preside el tribunal de calificación por:
NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES
Validar únicamente con FIRMAD

Dra. NORIEGA VERDUGO DELIA DOLORES
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Preside el tribunal de calificación por:
GUSTAVO ELIAS MARTINEZ VALENZUELA
Validar únicamente con FIRMAD

MARTINEZ VALENZUELA GUSTAVO ELIAS
VOCAL



Preside el tribunal de calificación por:
JAIME DAVID SEVILLA CARRASCO
Validar únicamente con FIRMAD

SEVILLA CARRASCO JAIME DAVID
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



Preside el tribunal de calificación por:
NELLY GABRIELA QUEZADA PINZA
Validar únicamente con FIRMAD

ING QUEZADA PINZA NELLY GABRIELA
MAGISTER

DEDICATORIA

Dedicado con amor a quienes me estiman, a quienes me consideran su amiga, a quienes me quieren bien; a quienes me dan buenos consejos y me regalan calma en medio del ruido; a quienes me han hecho volar y me han enseñado lo que significa el vuelo.

A Holger y Elda, quienes son mi norte, con absoluta claridad y confianza.

A Deisy y Heidi, cuya compañía es como el aroma del café y la miel: cálida, dulce y reconfortante.

A Alonso, quien, en mares bravíos, en medio de tormentas y vientos huracanados, se convierte en mi brújula, mi ancla y mi paz.

A Guillermo, cuya ternura, sabiduría y amor me acompañan más allá del tiempo y espacio, su huella vive en todo lo que soy, y a Gilberto por su cariño silencioso y constante compañía.

Si he llegado a algo en la vida, ha sido gracias a ustedes. Este logro es tan suyo como mío

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por ser la base de mis valores, amor y apoyo incondicional.

A mi asesor, Mg. Christian Villavicencio por su colaboración desinteresada, orientación y paciencia.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Central de la Amazonía Ecuatoriana, por facilitarme los equipos e instalaciones, y al Ing. Christopher Suárez por su apoyo técnico-científico y confianza.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar efecto del hidrolato de *Plectranthus amboinicus* como promotor de crecimiento en dietas de pollos Cobb 500 en condiciones experimentales en el Francisco de Orellana. Para ello la investigación se ejecutó mediante dos fases; la primera en laboratorio que consistió en la extracción del hidrolato mediante el método de arrastre de vapor, seguida del análisis bromatológico para determinar su composición fisicoquímica la presencia de compuestos bioactivos de interés. En la segunda fase, correspondiente a las pruebas de campo, se utilizaron 160 pollos Cobb 500 de un día de nacidos lo cuales fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro tratamientos; T1 (0.5 ml/L), T2 (1 ml/L), T3 (1.5 ml/L) y T4 como grupo de control o testigo, con tres repeticiones por tratamiento. Se evaluaron variables productivas como ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento, peso final, y peso a la canal.

Los resultados indicaron que la suplementación con hidrolato de *Plectranthus amboinicus*, particularmente en la dosis de 1,5 ml/L, mejoró significativamente la ganancia de peso, el peso a la canal y el rendimiento productivo de los pollos de engorde en comparación con el grupo control ($p < 0,05$). Aunque no se observaron diferencias estadísticas en el consumo de alimento entre tratamientos ($p > 0,05$), el efecto positivo sobre los parámetros zootécnicos sugiere una acción bioactiva del hidrolato. Además, no se registraron efectos adversos en la salud de las aves, lo que refuerza su potencial como aditivo funcional seguro y eficaz en la alimentación avícola.

Estos hallazgos destacan el potencial del hidrolato de *Plectranthus amboinicus* como una alternativa natural y sostenible a los antibióticos promotores de crecimiento en la producción avícola, aportando a la mejora del rendimiento productivo de manera ecológica y segura

Palabras claves: *Plectranthus amboinicus*, HIDROLATO, COBB 500, PROMOTOR DE CRECIMIENTO, AVICULTURA SOSTENIBLE.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of *Plectranthus amboinicus* hydrosol as a growth promoter in the diets of Cobb 500 broilers under experimental conditions in Francisco de Orellana. The research was conducted in two phases. The first phase, carried out in the laboratory, involved the extraction of the hydrosol using the steam distillation method, followed by a bromatological analysis to determine its physicochemical composition and the presence of bioactive compounds of interest. The second phase, corresponding to field trials, included 160 one-day-old Cobb 500 chicks randomly assigned to four treatments: T1 (0.5 ml/L), T2 (1.0 ml/L), T3 (1.5 ml/L), and T4 (control group), with three replicates per treatment. Productive parameters such as weight gain, feed conversion ratio, feed intake, final weight, and carcass weight were evaluated.

The results showed that supplementation with *Plectranthus amboinicus* hydrosol, particularly at the dose of 1.5 ml/L, significantly improved weight gain, carcass weight, and productive performance compared to the control group ($p < 0.05$). Although no significant differences in feed intake were observed between treatments ($p > 0.05$), the positive effects on zootechnical parameters suggest a bioactive action of the hydrosol. Furthermore, no adverse effects on the birds' health were recorded, supporting its potential as a safe and effective functional additive in poultry nutrition.

These findings highlight the potential of *Plectranthus amboinicus* hydrosol as a natural and sustainable alternative to antibiotic growth promoters in poultry production, contributing to improved performance in an environmentally friendly and safe manner

Key words: *Plectranthus amboinicus*, HIDROSOL, COBB 500, GROWTH PROMOTER, SUSTAINABLE POULTRY PRODUCTION

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Clasificación taxonómica de <i>Plectranthus amboinicus</i> | 12 |
| Tabla 2. Características de varios tipos de orégano | 16 |
| Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas y efectos funcionales de ácidos orgánicos utilizados como promotores de crecimiento en pollos de engorde | 25 |
| Tabla 4. Esquema experimental | 29 |
| Tabla 5. Composición nutricional del alimento balanceado para pollos en diferentes etapas | 39 |
| Tabla 6. Manejo de temperatura de pollos Broiler Raza Cobb 500..... | 40 |
| Tabla 7. Plan de vacunación | 41 |
| Tabla 8. Operacionalización de variables del estudio..... | 43 |
| Tabla 9. Composición bromatológica del orégano <i>Plectranthus amboinicus</i> | 45 |
| Tabla 10. Costos desglosados por tratamiento..... | 53 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Orégano <i>Plectranthus amboinicus</i> | 15 |
| Figura 2. Estructura química de los principales componentes en órgano..... | 18 |
| Figura 3. Consumo total de alimento (g) por tratamiento | 48 |
| Figura 4. Consumo diario de alimento (g) por tratamiento en cada fase productiva..... | 49 |
| Figura 5. Consumo total de alimento (g) por tratamiento en cada fase productiva..... | 49 |
| Figura 6. Evolución del peso promedio de los pollos de engorde durante el ciclo productivo | 51 |
| Figura 7. Peso final promedio a los 42 días según tratamiento con hidrolato de <i>Plectranthus amboinicus</i> | 51 |
| Figura 8. Peso promedio a la canal (kg) al día 42 en pollos de engorde suplementados con hidrolato de <i>Plectranthus amboinicus</i> | 52 |
| Figura 9. Porcentaje de rendimiento a la canal en pollos de engorde suplementados con hidrolato de <i>Plectranthus amboinicus</i> | 52 |
| Figura 10. Ingresos por tratamientos | 54 |
| Figura 11. Análisis beneficio/costo (B/C) | 55 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| ANEXO A: Preparación de muestras de orégano en condiciones de laboratorio..... | 64 |
| ANEXO B: Secado de muestras vegetales a temperatura controlada..... | 64 |
| ANEXO C: Extracción de compuestos volátiles de orégano por arrastre de vapor | 64 |
| ANEXO D: Determinación del contenido de humedad mediante el método de peso seco | 65 |
| ANEXO E: Procedimiento de determinación de contenido graso..... | 65 |
| ANEXO F: Proceso de determinación de cenizas mediante calcinación en mufla | 65 |
| ANEXO G: Determinación del contenido proteico mediante el método Kjeldahl..... | 66 |
| ANEXO H: Determinación del contenido de fibra cruda..... | 66 |
| ANEXO I: Construcción y adecuación del galpón | 67 |
| ANEXO J: Recepción de pollitos | 67 |
| ANEXO K: Evaluación de ganancia de peso en pollos de engorde | 67 |
| ANEXO L: Secuencia de crecimiento y engorde de pollos Cobb 500..... | 68 |

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------|------|
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| LISTA DE TABLAS | ix |
| LISTA DE FIGURAS | x |
| LISTA DE ANEXOS | xi |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

CAPÍTULO I

| | | |
|--------|--------------------------------------|---|
| 1.1. | El problema de la investigación..... | 2 |
| 1.1.1. | Planteamiento del problema..... | 2 |
| 1.1.2. | Delimitación del problema..... | 3 |
| 1.1.3. | Formulación del problema..... | 3 |
| 1.1.4. | Preguntas de investigación..... | 4 |
| 1.2. | Determinación del tema..... | 5 |
| 1.2.1. | Objetivo general..... | 5 |
| 1.2.2. | Objetivos específicos..... | 5 |
| 1.3. | Hipótesis..... | 5 |
| 1.4. | Declaración de las variables..... | 6 |
| 1.5. | Justificación..... | 8 |
| 1.6. | Alcance y limitaciones..... | 9 |

CAPÍTULO II

| | | |
|--------|---|----|
| 2. | Marco teórico referencial..... | 11 |
| 2.1. | Antecedentes..... | 11 |
| 2.2. | Plectranthus amboinicus..... | 12 |
| 2.2.1. | Clasificación taxonómica..... | 12 |
| 2.2.2. | Características morfológicas..... | 13 |
| 2.2.3. | Composición química..... | 17 |
| 2.2.4. | Métodos de extracción..... | 19 |
| 2.2.5. | Propiedades bioactivas..... | 21 |
| 2.3. | Promotores de crecimiento alternativos..... | 22 |
| 2.4. | Pollos cobb..... | 26 |
| 2.4.1. | Características..... | 26 |

CAPÍTULO III

| | | |
|--------|--|----|
| 3. | Diseño metodológico..... | 29 |
| 3.1. | Tipo y diseño de investigación..... | 29 |
| 3.2. | La población y la muestra..... | 30 |
| 3.2.1. | Características de la población..... | 30 |
| 3.2.2. | Delimitación de la población..... | 30 |
| 3.2.3. | Tipo de muestra..... | 30 |
| 3.2.4. | Tamaño de la muestra..... | 30 |
| 3.2.5. | Proceso de selección de la muestra..... | 31 |
| 3.2.6. | Duración del estudio:..... | 32 |
| 3.2.7. | Control de Variables Externas:..... | 32 |
| 3.3. | Metodología de la evaluación en laboratorio..... | 32 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.4. | Análisis bromatológico del orégano | 33 |
| 3.4.1. | Análisis del contenido de humedad | 33 |
| 3.4.2. | Determinación de cenizas | 34 |
| 3.4.3. | Determinación de las proteínas bruta..... | 35 |
| 3.4.4. | Identificación de la fibra bruta | 36 |
| 3.4.5. | Determinación del extracto graso o alcalino..... | 37 |
| 3.4.6. | Determinación del nitrógeno libre elemental (ELN) | 37 |
| 3.5. | Metodología de la evaluación en campo..... | 38 |
| 3.5.1. | Preparación del galpón..... | 38 |
| 3.5.2. | Recepción de pollitos bebe | 38 |
| 3.5.3. | Programa de agua y alimentación | 39 |
| 3.5.4. | Manejo de temperatura y cortinas..... | 40 |
| 3.5.5. | Plan sanitario..... | 41 |
| 3.5.6. | Recolección de datos..... | 42 |
| 3.5.7. | Cuadro de operacionalización de variables..... | 43 |

CAPÍTULO IV

| | | |
|------|---|----|
| 4. | Análisis e interpretación de resultados | 45 |
| 4.1. | Composición bromatológica de <i>plectranthus amboinicus</i> | 45 |
| 4.2. | Efecto de <i>plectranthus amboinicus</i> en los parámetros productivos..... | 46 |
| 4.3. | Análisis económico de la suplementación con <i>plectranthus amboinicus</i> | 53 |

CAPÍTULO V

| | | |
|------|--------------------------------------|----|
| 5. | Conclusiones y recomendaciones | 56 |
| 5.1. | Conclusiones | 56 |
| 5.2. | Recomendaciones | 57 |

| | |
|---------------------------|----|
| BIBLIOGRAFÍA | 58 |
|---------------------------|----|

| | |
|---------------------|----|
| ANEXOS | 64 |
|---------------------|----|

INTRODUCCIÓN

La avicultura es una de las industrias agropecuarias más importantes a nivel mundial, y la eficiencia en la producción de carne de pollo es crucial para satisfacer la creciente demanda de proteína animal. En Ecuador, esta industria ha experimentado un gran crecimiento en los últimos años, consolidándose como una de las principales fuentes de proteína en la dieta de la población.

La producción anual de aves de engorde en el país alcanza los 295,4 millones de pollos, generando 573,2 mil toneladas métricas de carne, el consumo per cápita de esta carne de pollo se sitúa en 33,19 kg, superando incluso el consumo de carne de cerdo y de res. Esta preferencia se debe en gran medida a la percepción de la carne de pollo como una opción económica y saludable, lo que la convierte en la proteína más consumida en el país.

No obstante, el uso indiscriminado de antibióticos en la avicultura, como promotores de crecimiento y para el control de enfermedades, ha generado preocupaciones importantes en términos de salud pública y resistencia bacteriana. Esta problemática ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales y sostenibles que promuevan el crecimiento y situación sanitaria de las aves de corral, disminuyendo la dependencia de los antibióticos sintéticos. En este contexto, el orégano *Plectranthus amboinicus*, conocido también como orégano cubano, menta mexicana u orégano hoja ancha, ha surgido como una alternativa debido a que contiene compuestos como el carvacrol y el timol, que poseen propiedades antibacterianas, antifúngicas y antioxidantes siendo un candidato atractivo para sustituir a los antibióticos promotores de crecimiento. El hidrolato de orégano, es un subproducto de la destilación por arrastre de vapor, contiene una fracción acuosa con compuestos bioactivos que podrían influir positivamente en la salud y el rendimiento de los animales. La evaluación del uso de hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* en las dietas de pollos Cobb 500 como promotor de crecimiento ofrece una oportunidad para innovar en el manejo nutricional y mejorar la productividad de forma natural y segura. Con este enfoque, se espera contribuir a la implementación de prácticas avícolas sostenibles, eficientes y económicamente viables en la producción avícola, ofreciendo alternativas naturales que mejoren el rendimiento productivo y la salud de los animales sin recurrir a antibióticos.

CAPÍTULO I

1.1. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. Planteamiento del problema

La avicultura, una actividad pecuaria de gran importancia a nivel mundial, se enfrenta a desafíos constantes en diversos campos como microbiología, virología, genética, entre otros. En Ecuador, donde la avicultura es fundamental para la producción de proteína animal, la calidad de los sistemas de alimentación, manejo y control de la salud de las aves es esencial para su éxito.

Una de las principales preocupaciones en la industria avícola es el uso de antibióticos como promotores de crecimiento en la alimentación de aves, lo que ha generado preocupación debido a la resistencia bacteriana y la posible presencia de residuos de antibióticos en la carne de pollo, planteando riesgos para la salud pública. Esta problemática ha llevado a organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) a recomendar la restricción de su uso.

La sobreutilización de antibióticos en la avicultura no solo conlleva riesgos para la salud pública, sino que también impacta negativamente en la resistencia bacteriana y en la calidad de la carne de pollo. Datos recientes muestran un aumento preocupante en la resistencia bacteriana asociada al uso de antibióticos en avicultura, lo que plantea un riesgo significativo para la salud humana y animal. Además, la presencia de residuos de antibióticos en la carne de pollo representa un riesgo adicional para los consumidores y puede tener repercusiones económicas en la industria avícola.

En respuesta a este problema, se exploran alternativas naturales, como los hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus*, que ha demostrado propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Sin embargo, evaluar de manera sistemática el impacto de estos aditivos naturales en la producción avícola, especialmente en la raza de pollos Cobb 500, ampliamente utilizada en la industria avícola ecuatoriana.

Este estudio busca llenar ese vacío de conocimiento, proporcionando información relevante para la toma de decisiones en la industria avícola ecuatoriana y contribuyendo a la búsqueda de soluciones sostenibles y seguras para el uso de aditivos en la alimentación animal.

1.1.2. Delimitación del problema

La delimitación del problema en el estudio sobre la “Evaluación del uso de hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* en dietas de pollos Cobb 500 como promotor de crecimiento en Francisco de Orellana” Se centró en investigar cómo la administración de diferentes dosis de influye en el crecimiento y desarrollo de aves, la investigación se llevó a cabo durante un período de 45 días en la provincia de Orellana, Parroquia La Belleza, Comunidad Reina del Cisne, se realizó un estudio focalizado en pollos de la raza Cobb 500, conocidos por su rápido crecimiento y eficiencia alimenticia en la industria avícola. Se evaluaron los efectos de la adición de tres niveles de hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* en la dieta de estos pollos, en comparación con un grupo de control que no recibió este aditivo.

Para determinar la eficacia de la investigación, se consideraron los parámetros zootécnicos específicos como la ganancia de peso y la conversión alimenticia, aspectos cruciales para la rentabilidad y el rendimiento en la producción avícola además, se aseguró que los experimentos se llevaran a cabo bajo condiciones controladas, utilizando alimentos balanceados estándar y entornos similares para todos los grupos de pollos, a excepción de la variable de los hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus*. Estas medidas garantizaron en comparación con diferencias observadas en los resultados pudiera atribuirse directamente al efecto de los tratamientos evaluados.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de los hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* en las dietas de pollos Cobb 500 como sustituto de los antibióticos promotores de crecimiento en la provincia de Francisco de Orellana, Parroquia la Belleza, ¿en términos de rendimiento productivo?, ¿salud aviar y mitigación de riesgos asociados con el uso de antibióticos sintéticos en la industria avícola?

El uso de antibióticos como promotores de crecimiento en la industria avícola ha causado preocupación debido a la resistencia bacteriana que se desarrolla y a la posible presencia de residuos de antibióticos en la carne de pollo, por ende, esto representa un riesgo para la salud pública, ya que la resistencia a los antibióticos puede transmitirse a los seres

humanos. Además, el uso indiscriminado de estos productos en la alimentación de pollos de engorde puede afectar la salud de los consumidores.

A pesar de estas preocupaciones, Ecuador no ha implementado medidas estrictas para limitar el uso de antibióticos como factores de crecimiento en las granjas avícolas. El país enfrenta el reto de equilibrar la necesidad de una producción avícola sostenible y rentable con la obligación de proteger la salud pública.

La formulación del problema consiste en evaluar el impacto de los hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* en las dietas de pollos Cobb 500 como una alternativa natural a los antibióticos promotores de crecimiento en la provincia de Francisco de Orellana. Este estudio tiene como objetivo determinar si los hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* puede aumentar el rendimiento productivo de los pollos de engorde, asegurar su salud y reducir los riesgos asociados con el uso de antibióticos sintéticos.

1.1.4. Preguntas de investigación

- ¿Cómo afecta la inclusión de diferentes niveles de hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* en la dieta de pollos Cobb 500 el rendimiento zootécnico, incluyendo la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia?
- ¿Son los hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* una alternativa eficaz a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación de pollos Cobb 500?
- ¿En qué medida afecta la inclusión de hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* a la composición química de la dieta de los pollos Cobb 500, y cómo influye esto en su crecimiento y salud?
- ¿Es la suplementación con hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* una alternativa económicamente viable para mejorar el rendimiento de los pollos Cobb 500 en comparación con el uso de antibióticos promotores de crecimiento?

1.2. Determinación del tema

1.2.1. *Objetivo general*

Evaluar el efecto de los hidrolatos de *Plectranthus amboinicus* en las dietas de pollos Cobb 500 como promotor de crecimiento, en términos de rendimiento productivo y salud aviar, en la provincia de Orellana.

1.2.2. *Objetivos específicos*

- Analizar las propiedades bromatológicas de *Plectranthus amboinicus* para determinar su composición química base y su potencial como aditivo en dietas avícolas.
- Evaluar los parámetros zootécnicos (ganancia de peso e índice de conversión alimenticia) en pollos Cobb 500 alimentados con diferentes niveles de hidrolatos de *Plectranthus amboinicus* en comparación con un grupo control.
- Realizar un análisis de beneficio/costo (B/C) para determinar la viabilidad económica de la suplementación con hidrolatos de *Plectranthus amboinicus* en las dietas de pollos de engorde.

1.3. Hipótesis

En el estudio sobre " Evaluación del uso de hidrolatos de Orégano *Plectranthus amboinicus* en Dietas de Pollos Cobb 500 como Promotor de Crecimiento en Francisco de Orellana", se pueden formular las siguientes hipótesis basadas en los objetivos específicos y el contexto del estudio:

- **Hipótesis nula (H0):** La inclusión de hidrolatos de *Plectranthus amboinicus* en las dietas de pollos Cobb 500 **no produce efectos significativos** sobre los parámetros zootécnicos ni la viabilidad económica de la producción avícola.
- **Hipótesis alternativa (H1):** La inclusión de hidrolatos de *Plectranthus amboinicus* en las dietas de pollos Cobb 500 **produce efectos significativos** sobre los parámetros zootécnicos y la viabilidad económica de la producción avícola.

1.4. Declaración de las variables

Variable independiente

- **Cantidad de hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* en la dieta de los pollos Cobb 500**

Esta variable hace referencia a la cantidad de hidrolatos de orégano que se administraron en la dieta de los pollos Cobb 500, en donde se empleó tres niveles diferentes para evaluar su impacto.

Se refiere a la inclusión de diferentes concentraciones de hidrolatos de orégano (*Plectranthus amboinicus*) en el agua de bebida de los pollos de engorde de la raza Cobb 500 como posible promotor de crecimiento.

Variable dependiente

- **Parámetros zootécnicos**

Ganancia de peso (medida en gramos/ día)

Esta variable cuantificó el aumento de peso de los pollos de engorde Cobb 500 a lo largo del tiempo y es una medida directa del crecimiento corporal. Se calcula como la diferencia de peso entre dos mediciones consecutivas dividida por el número de días transcurridos entre dichas mediciones. Esta medida permitió evaluar cómo la administración de hidrolatos de orégano afecta el ritmo de crecimiento de los pollos.

Índice de conversión del alimenticia

Este índice midió la eficiencia con la que los pollos logran producir un kg de carne. Se calcula como la relación entre el aumento de peso y la cantidad total de pienso consumido durante un periodo de tiempo determinado. Cuanto menor es el índice, mayor es la utilización del alimento, lo que es deseable para la producción avícola.

Eficiencia económica

Análisis beneficio-coste (B/C):

Esta variable indica la eficiencia económica del uso de hidrolatos de orégano en la alimentación de pollos de engorde. El análisis compara los costes asociados al uso del hidrolatos con los beneficios obtenidos en términos de mejora de los parámetros de rendimiento animal, es decir, este análisis nos ayuda a determinar si la medida es económicamente viable y rentable para los avicultores. Se calcula como la relación entre los beneficios económicos obtenidos (aumento de peso y mejora del índice de conversión alimenticia) y el coste adicional de añadir hidrolato de orégano en el agua. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\textit{Beneficio económico total}}{\textit{Costo adicional del tratamiento}}$$

Donde:

- Beneficio económico total con hidrolato: ingresos obtenidos por la venta de pollos tratados con hidrolato.
- Beneficio económico sin hidrolato: ingresos obtenidos por la venta de pollos del grupo control.
- Costo adicional del hidrolato: gasto total por el uso del hidrolato de orégano durante el ciclo productivo.
- Un valor de B/C mayor que 1 indica que el uso del hidrolato es económicamente rentable.

1.5. JUSTIFICACIÓN

El estudio del impacto de los hidrolatos de orégano *Plectranthus amboinicus* en la dieta de los pollos Cobb 500 como promotor de crecimiento en la provincia de Francisco de Orellana es de suma importancia para la industria avícola y la salud pública en Ecuador. El uso tradicional de antibióticos como promotores de crecimiento ha generado preocupación debido a la resistencia bacteriana que se desarrolla y a la posible presencia de residuos de antibióticos en la carne de pollo, lo que supone un riesgo significativo para la salud de los consumidores.

En este contexto, surge la necesidad de identificar y validar alternativas naturales, eficaces y seguras. Los hidrolatos, subproductos del proceso de destilación por arrastre de vapor, contienen compuestos bioactivos como carvacrol y timol, reconocidos por sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias. La incorporación de hidrolatos de orégano en la dieta de los pollos podría mejorar los parámetros productivos y zootécnicos de las aves, al tiempo que fortalece su sistema inmunológico y reduce la incidencia de enfermedades sin recurrir al uso de antibióticos sintéticos.

Desde el punto de vista científico, esta investigación aporta evidencia experimental sobre la efectividad de los hidrolatos en la alimentación animal, un campo que aún presenta vacíos importantes en la literatura nacional. Asimismo, contribuye al fortalecimiento de la biotecnología aplicada a la producción animal, al explorar una alternativa fitogénica accesible, de bajo costo y potencialmente replicable en otras regiones del país o de la región amazónica.

En el ámbito económico y productivo, la adopción de esta estrategia podría traducirse en una mejora en la eficiencia alimenticia, reducción de costos en tratamientos veterinarios y un valor agregado al producto final, al cumplir con las exigencias del consumidor actual, cada vez más interesado en productos de origen natural y sin antibióticos. Además, ofrece una oportunidad de diversificación para los productores, promoviendo el uso de recursos vegetales locales con propiedades funcionales.

Finalmente, la presente investigación se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente en lo que respecta a la producción y consumo responsables, salud y bienestar, y vida en la tierra. Por tanto, se justifica plenamente la ejecución de este estudio, dado su potencial para generar conocimientos aplicables, soluciones

innovadoras, y un impacto positivo tanto en la industria avícola como en la salud pública y ambiental del país

1.6. ALCANCE Y LIMITACIONES

Alcance

Este estudio se centra en evaluar el impacto del hidrolato de *Plectranthus amboinicus* (orégano cubano) como aditivo fitogénico en la dieta de pollos de engorde de la raza Cobb 500, utilizados comúnmente en sistemas de producción avícola de la provincia de Francisco de Orellana, parroquia La Belleza. La investigación contempla la inclusión de tres concentraciones de este compuesto natural, con el objetivo de determinar su efecto sobre variables productivas, indicadores de salud aviar y rentabilidad económica, en comparación con un grupo control no suplementado.

Se realiza un análisis bromatológico detallado del orégano, con el fin de caracterizar su composición fisicoquímica y establecer la base teórica de su efecto potencial como promotor de crecimiento. Los ensayos experimentales se desarrollan bajo condiciones controladas de manejo, ambiente y alimentación, utilizando dietas balanceadas uniformes para todos los tratamientos, diferenciándose exclusivamente en la inclusión del hidrolato.

Limitaciones

A pesar de las limitaciones reconocidas, este estudio proporciona información valiosa sobre el uso de hidrolatos de orégano como alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento en la industria avícola. No obstante, se requiere la realización de estudios complementarios que validen estos resultados en diferentes contextos productivos, escalas comerciales y especies aviares.

- **Limitación geográfica y temporal:** Este estudio se centrará únicamente en la provincia de Francisco de Orellana, Parroquia la Belleza, Comunidad Reina del Cisne se llevó a cabo durante un período de 45 días. Dado que las condiciones edafoclimáticas y de manejo varían en otras regiones o estaciones del año los resultados obtenidos pueden no ser directamente extrapolables a otras regiones geográficas o a períodos temporales diferentes.

- **Limitación de la muestra:** La investigación se enfoca en pollos broiler de la línea genética Cobb 500, ampliamente utilizada en la industria avícola ecuatoriana. Sin embargo, los efectos observados pueden diferir en otras razas comerciales o especies aviares, lo que exige cautela al generalizar los hallazgos
- **Limitación del método de estudio:** Aunque se mantienen condiciones experimentales controladas, pueden surgir variables ambientales o biológicas no previstas que influyen en los resultados. Asimismo, al compararse únicamente con un grupo testigo sin hidrolato, no se consideran otros tratamientos alternativos con promotores de crecimiento naturales o sintéticos, lo que limita la amplitud del análisis comparativo

Limitación de la generalización de resultados: Los resultados obtenidos pueden no ser generalizables a todas las granjas avícolas en Ecuador u otros países. Las condiciones de manejo, alimentación y sanidad pueden variar considerablemente avícolas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

La búsqueda de estudios que sustenten esta investigación se basa en una revisión de antecedentes, el autor Apaéstegui et al. (2017) en su investigación “Orégano (*Origanum vulgare L*) en los parámetros productivos de pollos de engorde” tiene como objetivo general evaluar el efecto del orégano como alternativa natural a los antibióticos promotores de crecimiento en los parámetros productivos de pollos de engorde. La investigación se desarrolló con una muestra de 400 pollos de la línea Cobb 500, distribuidos en un grupo control y tres grupos experimentales (0,5% 1% y 1,5% de orégano en su dieta) durante 42 días, aplicando un diseño completamente al azar en los galpones.

Los resultados muestran que el grupo tratado con 1% de orégano presentó el menor consumo de alimento (4,45kg) la mayor ganancia de peso (2,55kg), la mejor conversión alimenticia (1,78) y una mortalidad de 0%, frente al grupo control con 5,21kg de consumo. Se concluye que la adición de 1% de orégano mejora significativamente los parámetros productivos, representando una alternativa eficaz, económica y saludable frente a los antibióticos convencionales utilizados en la avicultura.

Por su parte, Pujada et al. (2019) en su estudio “Niveles de orégano (*Oreganun vulgare*) en la dieta y su influencia en el rendimiento productivo del pollo de engorde”, se planteó como objetivo determinar el nivel óptimo de orégano en la dieta alimenticia sobre el rendimiento productivo del pollo de engorde. La investigación utilizó una muestra de 120 pollos Cobb 500 distribuidos de manera aleatoria en cuatro tratamientos (0%, 0,5%, 1% y 1,5% de orégano seco molido). Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza y prueba de Tukey, además se aplicó regresión polinomial para estimar el nivel óptimo.

Los resultados reflejan que se presentan diferencias estadísticas ($p < 0,05$), evidenciando un efecto cuadrático en las variables evaluadas. El nivel de 0,71% (calculado mediante regresión polinomial cuadrática) de orejano produjo los mejores resultados con un peso de 2828,7gramos, consumo de alimento de 4744,4gramos y una conversión alimenticia de 1,68, siendo este nivel el que presenta los mejores resultados.

En la investigación de García (2024) “Adición de *Oreganun vulgare* en la alimentación de pollos de engorde”, se plantearon analizar de manera bibliográfica los beneficios del órgano como sustituto de los antibióticos promotores de crecimiento en la dieta de pollos de engorde, donde de acuerdo con los estudios analizados, se plantea que el uso de orégano funciona como una alternativa efectiva a los antibióticos.

2.2. *Plectranthus amboinicus*

2.2.1. *Clasificación taxonómica*

Plectranthus amboinicus, comúnmente conocido como Orégano Cubano, Tomillo Indio o Malval Indio, es una planta perenne que reside en el reino Plantae; pertenece a la división *Magnoliophyta*, clase *Magnoliopsida*, orden *Lamiales* y familia *Lamiaceae* que contiene muchas especies vegetales aromáticas. En este caso, la especie es mejor reconocida por sus tallos suculentos, hojas carnosas y un fuerte aroma que contribuye tanto a su identificación morfológica como a su clasificación dentro de la familia de las *mints*. Su nombre científico ha sido validado por varios trabajos sobre su taxonomía que subrayan sus características botánicas distintivas, como los quistes de tricomas globulares del tejido fundamental que producen aceites esenciales volátiles ultra ricos en carvacrol y timol, típicos de la familia *Lamiaceae* (Mendonça & Zambelli, 2022).

El género *Plectranthus* incluye a esta especie, que está dentro de un grupo de especies tropicales de gran distribución y, por ende, ha sido sujeto de numerosas revisiones botánicas, concernientes a su variabilidad morfológica. A pesar de las diversas sinonimias recibidas como *Coleus amboinicus*, la nomenclatura hoy en día aceptada es *Plectranthus amboinicus* (Sahu, y otros, 2022). La estabilización taxonómica fue importante para la identificación de la planta en el contexto farmacológico, agrícola y científico.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Plectranthus amboinicus*

| Nivel | Ubicación |
|----------|-------------------------|
| División | Magnoliophyta |
| Reino | Plantae |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Lamiales |
| Familia | Lamiaceae |
| Genero | Plectranthus |
| Especie | Plectranthus amboinicus |

Fuente: (Sahu, y otros, 2022)

Realizado por: Quezada, N., 2025.

Desde un enfoque botánico, *Plectranthus amboinicus* está compuesto por características morfológicas que facilitan su identificación y clasificación. Cuenta con hojas opuestas, ovalada con margen crenado y succulenta, y dispuestas sobre tallos cuadrangulares que recuerdan a otras especies del mismo orden. Como parte de una planta de la familia *Lamiaceae*, sus flores son pequeñas, bilabiadas, y se agrupan en inflorescencias terminales en espiga. Estos detalles junto con la configuración del sistema vascular, la disposición de los estomas y tricomas han sido utilizados como criterios clave para la diferenciación de estas especies y su integración al género *Plectranthus* (Arumugam, Sinniah, Swamy, & Lynch, 2020).

2.2.2. *Características morfológicas*

Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng. es una planta herbácea, succulenta y perenne que forma parte de la familia *Lamiaceae*. En su morfología presenta un conjunto de rasgos que permiten a esta especie ser identificada de forma precisa dentro de su género y familia. Esta es una planta en su mayoría rastrera o semi erguida con capacidad de crecimiento lateral lo que en términos de horticultura favorece la propagación vegetativa. Tallo succulento, de contorno cuadrado y pubescente. Tiene nudos conspicuos con raíces adventicias que surgen de nódulos emulantes, pero solo en la fase de crecimiento cuando se encuentran en contacto con el sustrato. Esta planta se puede fácilmente reproducir mediante esquejes, por lo que se logra cultivar y conservar (Cuevas, y otros, 2025).

Las hojas de esta planta son simples, opuestas y decusadas. Tienen una forma que va desde ovalada hasta cordiforme, su ápice es obtuso o levemente agudo y la base es redondeada o subcordada. Su margen es extremadamente crenado y dentado, y su superficie tiene verrugas no glandulares que la hacen ver aterciopelada. Este tipo de pelo ayuda a minimizar la pérdida de agua por transpiración, además de proteger contra insectos herbívoros. La lámina foliar tiene un granizo en su composición que sufre xerofitas, lo que significa que puede soportar una baja humedad relativa. Su color en el haz es un verde intenso mientras que en el envés es más claro y la venación reticulada es conspicua al gante.

Los tricomas glandulares, que se observan micrométricamente en ambas caras de la hoja, se especializan al igual en el desarrollo y la conservación de aceites esenciales que son

ricos en carvacrol, timol y otros monoterpenos. Aromas intensos que recuerdan el orégano son causados por la acumulación de ciertos compuestos, de ahí que usos populares como “orégano cubano” o “tomillo indio” hayan prevalecido. Al restregar las hojas, el aroma se vuelve más pronunciado debido a la rotura de las glándulas epidérmicas. Cada una de estas características morfoquímicas resulta igualmente importante a nivel taxonómico, farmacognosia y cocina en la herbolistería (Arumugam, Sinniah, Swamy, & Lynch, 2020).

Las raíces son superficiales y son un sistema fibroso, por lo que soportan suelos que se drenan adecuadamente. *Plectranthus amboinicus* posee una estructura reproductiva en la que desarrolla inflorescencias en espiga que pueden ser terminales o axilares, y estas son compuestas por pequeñas flores que poseen un hermafrodita de tipo zigomorfo bilabiado. La parte superior se divide en dos, un labio que es inferior trilobado y otro que es bífido y se llama corola. El cáliz persiste como campana y el androceo se compone de cuatro estambres que son didinámicos. Con un ovario que pasa a ser superior, el gineceo se queda bicarpelar y tendrá un estilo único donde el estigma es bífido. De color oscuro, el fruto es un esquizocarpo que se divide en cuatro pequeñas y blandas mericarpos (Gundu, 2020).

Las hojas de *Plectranthus amboinicus* contienen varios compuestos bioactivos que son responsables de sus propiedades medicinales. Entre ellos se incluyen hidrolato, fenoles, flavonoides, *triterpenoides* y taninos. Algunos de los compuestos específicos que se encuentran en las hojas de *Plectranthus amboinicus* son el carvacrol, el timol, el ácido ursólico, el ácido rosmarínico, la luteolina, etc. El carvacrol y el timol son compuestos fenólicos que se encuentran los hidrolatos esencial de *Plectranthus amboinicus* y han demostrado tener propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas y antioxidantes. La figura ampliada permite apreciar la disposición de los bordes y la textura aterciopelada, lo cual concuerda con descripciones botánicas formales y evidencia la importancia de los elementos visuales en el reconocimiento de esta, especie (Ashaari, y otros, 2021).

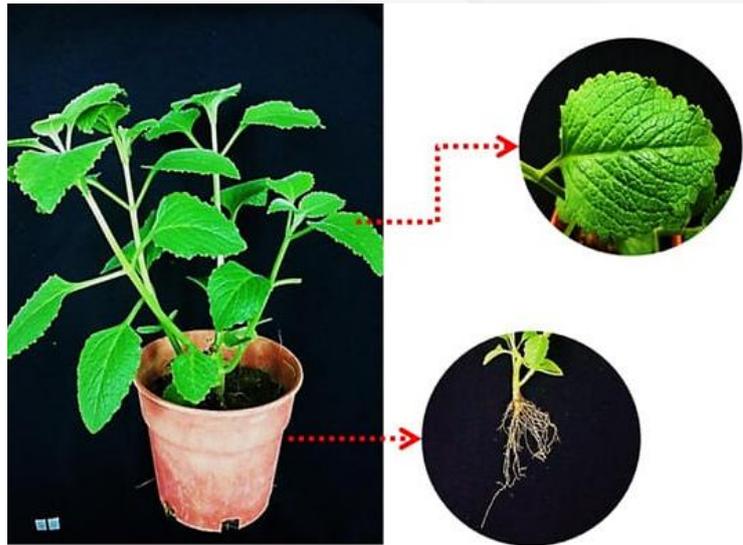


Figura 1. Orégano *Plectranthus amboinicus*

Fuente: (Ashaari, y otros, 2021)

Las características morfológicas de *Plectranthus amboinicus* permiten una comparación notable con otras especies comúnmente conocidas como orégano, aunque pertenecen a géneros diferentes en taxonomía. Esta especie tiene hojas suculentas con un margen retorcido y pelos cortos en la superficie, que son típicos de climas tropicales, y una estructura vascular del tallo que es cuadrangular. En oposición, el orégano del género *Origanum*, como *O. syriacum* y *O. maru*, tienen hojas perennes, pero sus tallos son más secos y menos carnosos, adecuados para suelos mediterráneos bien drenados y luz solar directa (Arumugam, Sinniah, Swamy, & Lynch, 2020).

En términos de floración, *P. amboinicus* presenta inflorescencias bastante sutiles con flores bilabiadas de color claro, en tanto que algunas especies como *Origanum dictamnus* tienen flores mucho más llamativas de tono rosa. Las variaciones exhibidas en la forma, textura y coloración de las hojas y flores son muy probablemente marcadas como adaptaciones ecológicas específicas, incluso cuando todas las especies poseen las mismas propiedades aromáticas en cierta medida. Tal convergencia funcional en términos de olor ha mejorado su aplicabilidad culinaria y medicinal, a pesar del hecho de que las estructuras vegetativas son totalmente diferentes desde un punto de vista botánico (Ashaari, y otros, 2021).

Las observaciones sobre la característica del orégano muestran que el término orégano no corresponde a una categoría taxonómica, ya que el orégano no tiene una definición cohesiva, más bien, es un término acuñado basado en el aroma y la utilidad etnobotánicas que permite a las personas crear agrupaciones ampliamente aceptadas y pragmáticas de

plantas con olores similares. Todas estas razones refuerzan la necesidad de que aspectos estructurales específicos de cada especie deben tomarse en cuenta, ya que estas descripciones son más que adecuadas para aprovechar su máximo potencial. En este contexto, la morfología de las plantas clasifica especies, pero también guía la aplicación en medicina, cocina y agricultura relacionadas con cada especie específica de manera más precisa, estas características, se pueden visualizar en la tabla 2.

Tabla 2. Características de varios tipos de orégano

| <i>Nombre Científico</i> | Nombre Común | Hojas | Altura | Suelo | Luz solar | Color de las flores |
|---|---------------------------|------------------|---------------|----------------------|------------------|----------------------------|
| <i>Origanum syriacum</i> | Orégano Sirio | Perennial | 12"-24" | Bien drenado | Sol | Blanco |
| <i>Origanum maru</i> | | | | | | |
| <i>Origanum onites</i> | Orégano de Creta | Perennial | 2" | | Sol | Blanco |
| <i>Origanum dictamnus</i> | Dittany de Creta | Tender perenial | 12"-15" | Bien drenado | Sol | Rosado |
| <i>Origanum saso</i> | Orégano enano rosado | Perennial | | | | |
| <i>Origanum vulgare aureum</i> | Mejorama dorada trepadora | Perennial | 3"-8" | Bien drenado | Sol | Blanco |
| <i>Origanum vulgare hirtum</i> | Orégano Griego | Perennial | 12"-18" | Bien drenado | Sol | Blanco |
| <i>Origanum vulgare humilen cv</i> | Orégano Griego enano | | 4" | | Sol | |
| <i>Origanum laevigatum "Herrensausen"</i> | Orégano Herrenhausen | Perennial | 2" | Bien drenado | Sol | Purpura |
| <i>Origanum laevigatum "Hopleys' "</i> | Orégano Púrpura | Perennial | 12" – 15" | Bien drenado | Sol | Purpura |
| <i>Origanum sipyleum</i> | Oréganos rosados | | | | | |
| <i>Origanum majoricum</i> | Orégano Italiano | Perennial | 12"-15" | Humedo, bien drenado | Sol y sombra | Blanco |
| <i>Origanum kaliteri</i> | Orégano Kaliteri | Tender perennial | 12"-24" | Bien drenado | Sol | Blanco |
| <i>Origanum rotundifolium x dictamnus</i> | Orégano algodonoso | | | | | |
| <i>Origanum rotundifolium cv</i> | Orégano hermoso | | 15" | Seco a humedo | Sol | Rosado |

| | | | | | | |
|--------------------------|------------------------------------|------------------|--------|----------------------|-----|--------|
| <i>Lippia graveolens</i> | Orégano Mexicano | Tender perennial | 2"- 3" | Bien drenado | Sol | Blanco |
| <i>Origanum majorana</i> | Orégano Siciliano o mejorama dulce | Tender perennial | 8"-10" | Humedo, bien drenado | Sol | Blanco |

Fuente: (Arcila, Loarca, Lecona, & González, 2004)

2.2.3. Composición química

La composición química de *Plectranthus amboinicus* está marcada por la presencia de metabolitos secundarios como monoterpenos, sesquiterpenos, compuestos fenólicos y flavonoides que se encuentran tanto en los extractos acuosos como en los aceites esenciales. Esta variación de compuestos tiene cierta similitud con otras especies conocidas popularmente como orégano, como *Origanum vulgare*, *Origanum onites* y especies del género *Lippia*, que también han sido objeto de un extenso análisis fitoquímico. Se identificaron en estas especies ácidos fenólicos como el ácido ferúlico, el ácido cafeico y el ácido *p-hidroxibenzóico*, así como flavonoides como la luteolina y la apigenina, que son notables por su capacidad antioxidante y antiinflamatoria (Figura 2) (García, Castro, Guitiérrez, & García, 2012).

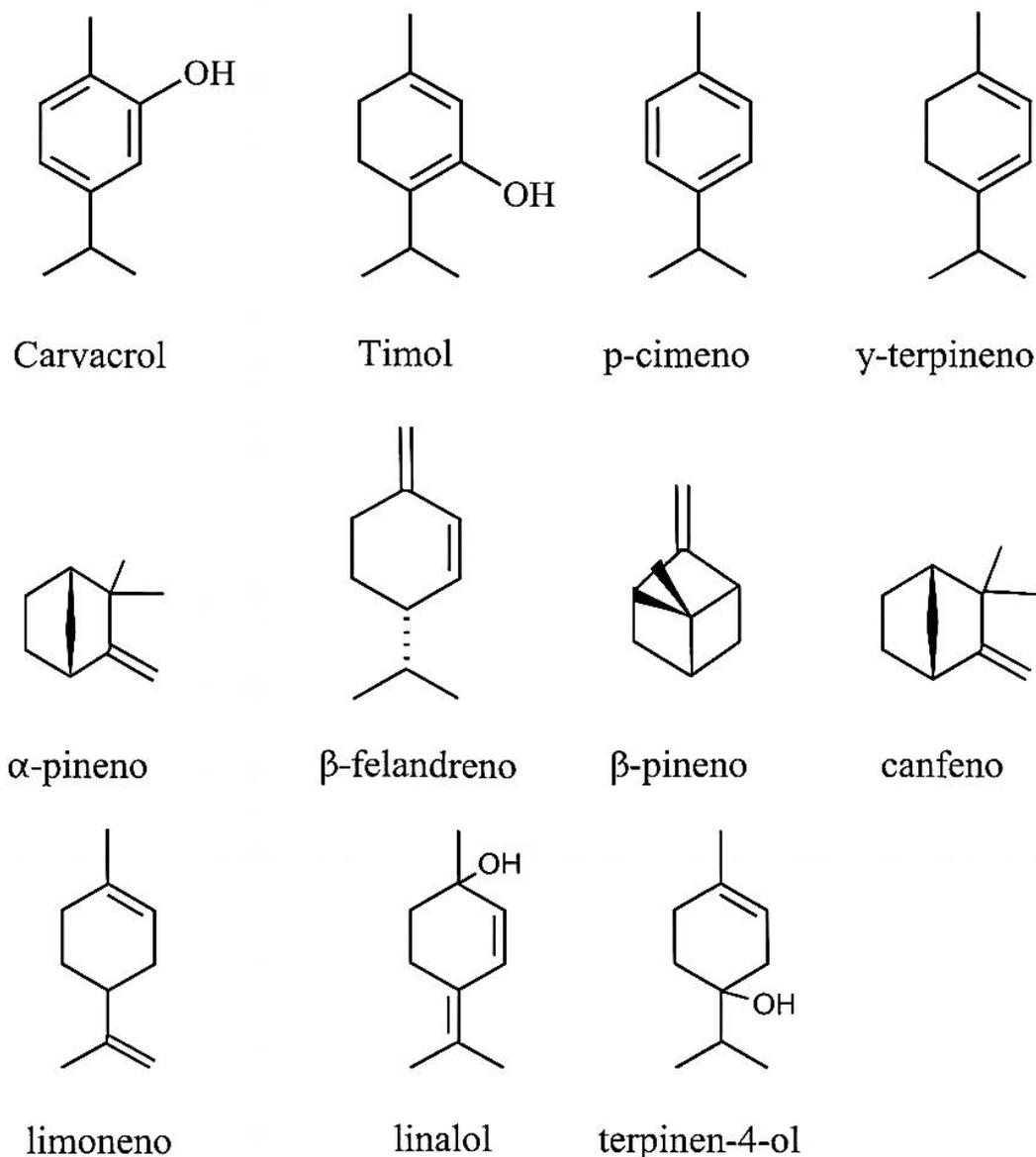


Figura 2. Estructura química de los principales componentes en órgano

Fuente: (Arcila, Loarca, Lecona, & González, 2004)

P. amboinicus tiene una alta concentración registrada de eugenol, γ -terpineno y α -terpineol, cuyos efectos antibacterianos se han vinculado a la interrupción de la membrana celular bacteriana. Este perfil también se observa en los aceites esenciales de *O. onites* y *Lippia* spp., que contienen limoneno, β -cariofileno, linalol, timol y α -pineno, pero las proporciones difieren según el quimiotipo y el origen geográfico. Estas similitudes en los perfiles químicos proporcionan confirmación de la convergencia funcional entre especies taxonómicamente distintas, pero comúnmente utilizadas para los mismos propósitos terapéuticos y culinarios (Arcila, Loarca, Lecona, & González, 2004).

Kasakowska et al. (2021) el orégano griego está asociado con un quimiotipo dominado por carvacrol, γ -terpineno y p-cimeno, mientras que el orégano común tiene un perfil de sabinil/cimil con una predominancia de terpinen-4-ol. Ambos contienen ácido rosmarínico como el principal compuesto fenólico, aunque el contenido total de sus flavonoides es mayor en el orégano común. Baycheva y Dobрева (2021) informaron que *Origanum heracleoticum* (orégano blanco búlgaro) mostró la mayor concentración de carvacrol (hasta el 75%), seguido de p-cimeno y γ -terpeno. También se encontraron cantidades considerables de timol y éteres metílicos de timol en especímenes cultivados, subrayando el papel del medio ambiente y la gestión agronómica en la composición del aceite esencial. Estos compuestos son responsables de la actividad antimicrobiana y del perfil aromático del orégano. Su variación año tras año sugiere la necesidad de controlar las prácticas de producción de campo para productos de calidad consistente. Kadiasi et al. (2024) estudiando orégano silvestre en Albania informaron una fuerte variabilidad entre genotipos, particularmente en relación con los niveles de sesquiterpenos. Esta variación ha sido investigada con análisis multivariado y se encontró que sigue patrones de distribución geográfica.

2.2.4. Métodos de extracción

Uno de los métodos más tradicionales y aun plenamente aceptados para la obtención de aceite esencial de orégano es la hidrodestilación. Este proceso consiste en someter el material vegetal a la acción de vapor de agua, propiciando la liberación de los compuestos volátiles que se encuentran en los tricomas glandulares. Este procedimiento se realizó en el trabajo de Marín et al. (2023), donde se extrajo aceite esencial de *Lippia graveolens* (orégano mexicano) para valorar su capacidad antioxidante y antibacteriana, señalando que la eficacia de este está es directamente proporcional al método de extracción y las condiciones del entorno donde se desarrolla el vegetal.

Otro planteamiento es la destilación por arrastre de vapor, la cual también se ha aplicado en trabajos donde se ha utilizado orégano, son este su método más moderno eficaz, porque suprime la destrucción que puede ocurrir por calor a los componentes más volátiles como el timol y el carvacrol. La variabilidad química de aceites esenciales de *Origanum vulgare* subsp. *viridulum* por medio de esta técnica, donde se constató que la composición del aceite cambia de forma muy acentuada en distintos momentos del ciclo de cultivo, lo que

demuestra que existe necesidad de una adecuada selección del momento de cosecha para optimizar la calidad del aceite esencial (Napoli, y otros, 2020).

La obtención de funcionales extractos de orégano mediante microondas y ultrasonido es una innovación, al igual de térmica, que entregan un tratamiento previo a los residuos de orégano mexicano (*Lippia graveolens*) para la recuperación de flavonoides pinocembrina y galangina. Permite la extracción activa, se logra en menos tiempo, a temperaturas más bajas y mayor cantidad de antioxidantes extraídos (Cuevas, y otros, 2025).

Se ha estudiado la destilación fraccionada a presión reducida como un medio para separar los componentes del aceite de una esencia para su uso terapéutico o alimentario y para mejorar su aplicación. Esta técnica se ha aplicado a *Poliomintha longiflora* (orégano mexicano) obteniendo fracciones que contenían diferentes cantidades de monoterpenos y verificaron que la fracción que contenía las mayores cantidades de compuestos oxigenados tenía una mayor actividad antioxidante y antimicrobial (Rostro-Alanís, y otros, 2019).

La nanoencapsulación de aceites esenciales ha emergido recientemente como una técnica para mejorar la estabilidad, biodisponibilidad y liberación controlada de compuestos activos. La micro y nanoencapsulación utiliza polímeros o ciclodextrinas protege el aceite de la oxidación y volatilización, haciéndolo un candidato funcional para aplicaciones biomédicas y alimentarias (Pontes-Quero et al., 2021).

De acuerdo con Arcila et al (2004), el método general para la extracción y fraccionamientos de compuestos bioactivos a partir del orégano, este proceso inicia con una extracción sólido- líquida mediante la cual los compuestos presentes en el material vegetal son liberados mediante un solvente adecuado. líquido-líquido, con el objetivo de separar los compuestos en fracciones más homogéneas. En el caso de la partición líquido-líquido, el extracto se separa en fracciones fenólicas y no fenólicas. Las fracciones no fenólicas pueden ser purificadas por centrifugación, mientras que las fracciones fenólicas generalmente requieren una purificación adicional por cromatografía en capa fina. Estos métodos permiten el aislamiento de varias fracciones que poseen propiedades antioxidantes, antimicrobianas o aromáticas específicas.

La justificación para este tipo de separación radica en la esencial complejidad del orégano, el cual contiene numerosos monoterpenoides que son responsables de sus propiedades funcionales. Estos comprenden, carvacrol, timol, γ -terpineno y p-cimeno, los cuales son componentes mayoritarios en *origanum vulgare subsp. hirtum*, una de las

variedades de orégano más estudiadas en términos de rendimiento y calidad. Estos compuestos son ampliamente reconocidos por su acción antimicrobiana y su contribución al característico aroma del orégano.

2.2.5. *Propiedades bioactivas*

El orégano ha sido ampliamente investigado por sus componentes bioactivos en las especies del género *Origanum* y *Plectranthus amboinicus*. Estos componentes están vinculados a su estructura fitoquímica que incluye monoterpenos, compuestos fenólicos, flavonoides y ácidos orgánicos. Algunos de los más destacados son el carvacrol, el timol, el ácido rosmarínico, y otros de acción antioxidante y antimicrobiana. La riqueza química de dichas especies les permite poseer actividades farmacológicas, alimentarias y terapéuticas las cuales han sido comprobadas en múltiples ensayos in vitro, in vivo y estudios clínicos (Martín, 2021).

Sin duda, esta planta ha destacado en sus estudios debido a su actividad antimicrobiana. Se demostró que el aceite esencial de *Origanum vulgare*, con altos contenidos de carvacrol y timol, posee una actividad antimicrobiana frente a *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes*, y también en *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*. Por su parte, estos compuestos han demostrado alterar la estructura de la membrana celular bacteriana lo cual provoca pérdida de iones, muerte celular o supresión de actividad enzimática. Napoli et al (2020) demostraron que esta actividad antimicrobiana era dependiente de la cantidad de carvacrol contenido dentro de los quimiotipos, que en algunos llega a sobrepasar el 60%.

A su vez, se ha reportado una potente actividad antimicrobiana debido a compuestos como el eugenol, gamma-terpineno y alfa-terpineol. Tienen mecanismos de acción similares al cambiar la permeabilidad de la membrana bacteriana. Esta especie también ha sido efectiva contra hongos como *Candida albicans* y *Aspergillus niger*, lo que amplía su alcance de actividad antifúngica en medicina y agricultura. Otra propiedad relevante incluye la actividad antioxidante, que defiende a las células del daño por especies reactivas de oxígeno causadas por estrés oxidativo (Pontes-Quero, Esteban-Rubio, Pérez Cano, Aguilar, & Vázquez-Lasa, 2021). En ambas especies, *Origanum spp.* y *P. amboinicus*, se encontraron altas concentraciones de flavonoides y ácidos fenólicos, incluidos el ácido rosmarínico, el ácido cafeico, el ácido gálico y la quercetina. Estas

moléculas donan electrones y eliminan especies reactivas de oxígeno, reduciendo así el daño celular. La presencia de tales antioxidantes se ha relacionado con la mitigación de enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (El Fawal & Abu-Serie, 2022).

El orégano tiene propiedades antiinflamatorias debido a su capacidad para modular las vías de señalización celular como COX-2, LOX y NF- κ B. Estas vías están involucradas en la síntesis de prostaglandinas y citoquinas inflamatorias. En modelos de ratón, la administración de extractos de orégano resultó en una reducción significativa de los marcadores inflamatorios TNF- α e IL-6. En *P. amboinicus*, el ácido rosmarínico y el carvacrol han demostrado la capacidad de inhibir la migración de macrófagos y disminuir la expresión de enzimas proinflamatorias, lo que sugiere su utilidad como complemento en enfermedades como la artritis reumatoide y la colitis ulcerosa (Leyva-López, y otros, 2022).

Los extractos de etanol y los aceites esenciales han mostrado actividad citotóxica selectiva contra células cancerosas de mama (MCF-7), colon (HT-29) y pulmón (A549). El carvacrol induce apoptosis al activar caspasas y alterar el potencial de membrana mitocondrial. Los estudios también han identificado que la combinación de timoquinona con eugenol potencia la actividad antiproliferativa sobre células tumorales con poco efecto en células no tumorales, lo que refuerza el argumento a favor de su uso como adyuvantes en la terapia del cáncer (Marcharla, y otros, 2025).

2.3. Promotores de crecimiento alternativos

Durante varias décadas, la industria avícola ha confiado en el uso de antibióticos como promotores del crecimiento (AGPs) para aumentar la productividad, disminuir las infecciones entéricas subclínicas y mejorar las tasas de conversión alimenticia. Estos agentes antimicrobianos administrados en dosis subterapéuticas han demostrado impactar positivamente la tasa de crecimiento de los pollos de engorde, reduciendo significativamente la morbilidad y la mortalidad dentro de los sistemas de producción intensiva. Sus mecanismos de acción se han asociado principalmente con la modulación del microbioma intestinal, donde se reduce la carga de bacterias patógenas, permitiendo una mayor disponibilidad de nutrientes y energía para el crecimiento (Yusni, Tanjung, & Ramadhan, 2021).

Sin embargo, la preocupación mundial sobre el vínculo entre el uso prolongado e indiscriminado de antibióticos en la alimentación animal y el desarrollo de cepas bacterianas resistentes a múltiples fármacos es alarmante. Este problema ha sido reconocido por organizaciones internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), alentando a varios países a adoptar acciones regulatorias más estrictas. La UE, pionera en este proceso, prohibió oficialmente el uso de antibióticos promotores de crecimiento en 2006, tras casi medio siglo de emplearlos. Esta decisión fue seguida gradualmente por otras regiones, lo que estimuló la investigación y el desarrollo de estrategias alternativas destinadas a mantener la productividad sin poner en peligro la salud humana o animal (Morais, Wilches, & Andrade, Alternatives to antimicrobial growth promoters in poultry production, 2022). En este contexto, los promotores de crecimiento alternativos han adquirido un nuevo significado como herramientas sostenibles destinadas a mantener o avanzar los cálculos zootécnicos al tiempo que protege la salud pública. Entre estas alternativas, destacan los probióticos, prebióticos, postbióticos, ácidos orgánicos, aceites esenciales y fitobióticos. La acción principal de estos productos es modular positivamente la microflora intestinal, reforzar la barrera epitelial intestinal y mejorar la respuesta inmune local y sistémica en las aves (Toso, Mestorino, & Ardoino, 2023).

Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, pueden proporcionar beneficios para la salud del huésped. Entre los más utilizados en la avicultura, se encuentran especies del género *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Bifidobacterium* y algunas cepas de *Saccharomyces*. Estos organismos mejoran la competencia con bacterias patógenas por nutrientes y adhesiones en la superficie epitelial intestinal al producir productos metabólicos antimicrobianos como bacteriocinas, ácidos orgánicos y peróxidos. Como resultado, se mejora la estabilidad del ecosistema intestinal y se optimiza la absorción de nutrientes, lo que produce mejores relaciones de conversión alimenticia y un aumento de peso (Yusni et al., 2021).

Los prebióticos son compuestos no metabolizables que, bajo condiciones específicas, promueven el crecimiento de especies beneficiosas de bacterias en el intestino delgado. Los más comunes para pollos de engorde son los fructooligosacáridos (FOS), galactooligosacáridos (GOS) e inulina. Su efecto es mayor cuando se utilizan con los probióticos, dando lugar a los simbióticos, que se ha asociado a una menor incidencia de enteropatías, un mejor desarrollo de las vellosidades intestinales y una inmunidad más

competente en otros resultados favorables respecto a la salud del intestino (Toso, Mestorino, & Ardoino, 2023).

Una alternativa igualmente considerable es el uso de ácidos orgánicos simples y tamponados (AO). Se ha demostrado que los ácidos acético, propiónico, butírico, láctico y fórmico reducen efectivamente el pH intestinal, inhibiendo así el crecimiento de patógenos sensibles a ácidos como *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*. Además, algunos AO pueden difundir libremente a través de membranas bacterianas permeables en forma no dissociada, neutralizando protones intracelularmente y perder el equilibrio osmótico y enzimático. Estos factores favorecen a una mayor eficiencia en la digestión y, por lo tanto, en la utilización de nutrientes, particularmente en las fases de crecimiento temprano. Los aceites esenciales (AE) de plantas aromáticas como orégano, tomillo, clavo y canela contienen compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias. El carvacrol, timol, eugenol y cinnamaldehído disminuyen el estrés oxidativo en los tejidos y desestabilizan la membrana celular de bacterias patógenas. Además, se sugiere que los AE modulan la expresión inmune a nivel genético, así como las enzimas digestivas. Tales efectos contribuyen a mejorar la salud intestinal y a crear un medio propicio para el crecimiento del ave sin generar residuos y resistencia a los antimicrobianos (Curbelo, Acosta, Rodríguez, & Menéndez, 2022).

El sinergismo que impulsa considerablemente el índice de ganancia y conversión de alimento se produce por la combinación de ácidos orgánicos y aceites esenciales. Esta sinergia ocurre porque los AO actúan en el lumen intestinal al disminuir el pH y cambiar la flora bacteriana, mientras que los AE difunden a través de las membranas celulares de los microorganismos y refuerzan el efecto antimicrobiano. Además, ambas clases de compuestos tienen actividad antioxidante y ayudan a mantener la integridad estructural del intestino delgado. Este enfoque combinado se ha considerado una de las alternativas más prometedoras a los promotores de crecimiento antibióticos en los sistemas de intensificación de la producción de pollos de engorde (De los Santos & González, 2023). Otros enfoques innovadores incluyen la aplicación de enzimas exógenas como fitasas, xilanasas y β -glucanasas que aumentan la digestibilidad de los nutrientes y disminuyen los efectos de los factores anti-nutricionales alimentarios. También se han investigado los peptobióticos y compuestos inmunomoduladores derivados de algas y levaduras que contribuir a la mejora de la resistencia de las aves a infecciones enterales y respiratorias. Si bien estas estrategias no pueden reemplazar los antibióticos por sí solas, la integración

de estos enfoques en un marco consolidado produce resultados positivos en la producción y los indicadores de salud (Morais, Wilches, & Andrade, 2022).

Está claro que la aplicación de estos promotores alternativos requiere un análisis integral que tenga en cuenta la edad del ave, su dieta, temperatura y sistema de gestión. De igual importancia, el control de la cantidad y la calidad de los suplementos elaborados para estas mezclas debe ser cumplido para su efectividad en condiciones reales, estables y calificadas.

El uso de ácidos orgánicos como promotores de crecimientos alternativos ejercen efectos diferenciados sobre el tracto intestinal de los pollos de engorde, ya que mediante esto ayuda a la inhibición de microorganismos patógenos, la modulación del pH intestinal o la estimulación de mecanismos inmunológicos locales (ver tabla 3).

Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas y efectos funcionales de ácidos orgánicos utilizados como promotores de crecimiento en pollos de engorde

| Ácido orgánico | Nombre químico | pKa | Estado físico | Efectos positivos |
|----------------|---|------|---------------|--|
| Ácido fórmico | Ácido fórmico | 3,75 | Líquido | Crecimiento físico, digestibilidad, inmunidad, antimicrobiano. |
| Ácido acético | Ácido acético | 4,76 | Líquido | Antibacteriano |
| Ácido cítrico | Ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico | 3.13 | Sólido | Antibacteriano, crecimiento físico, digestibilidad, inmunidad. |
| Ácido butírico | Ácido butanóico | 4.82 | Líquido | Crecimiento físico e intestinal, inmunidad. |
| Ácido fumárico | Ácido 2-butenedioico | 3.02 | Sólido | Crecimiento físico e intestinal, digestibilidad. |
| Ácido láctico | Ácido 2-hidroxipropanoico | 3.83 | Líquido | Crecimiento físico e intestinal, antibacteriano. |

Fuente: (Ullah, y otros, 2022)

2.4. Pollos Cobb

2.4.1. Características

Los pollos Cobb, son los pollos de engorde más eficiente del mundo, ya que poseen la menor conversión alimenticia, mejor tasa de crecimiento y la capacidad de rendir con una nutrición baja y una dieta más barata. Todas estas características juntas le brindan a Cobb500 la ventaja competitiva en el costo más bajo por Kg. de peso vivo producido. El costo de esta línea de peso vivo producido es el más bajo, tiene un rendimiento superior con un menor costo de alimentación, mejor eficiencia de raciones, excelente tasa de crecimiento, mejor uniformidad del pollo para procesamiento y criadores competitivos (Lema, 2021).

Como menciona Sánchez et al. (2021) los pollos Cobb son bien conocidos por su muy alta tasa de crecimiento. Con una gestión y alimentación óptimas, esta línea de pollos puede alcanzar un peso vivo de 2.5 a 3.0 kg entre 35-42 días. Este crecimiento acelerado se debe a la selección previa de razas que se realiza para aumentar el músculo, especialmente en el área del pecho (pectoral), lo que a su vez aumenta el rendimiento en el mercado (más del 70% en muchos casos). El aumento de peso se debe a la altamente favorable relación de conversión alimenticia. Se cree que el aumento en el rendimiento de peso se debe al alto metabolismo anabólico que posee la raza, lo que da lugar a una mayor deposición de proteínas y menos grasa abdominal en comparación con otras líneas comerciales.

Los pollos Cobb son conocidos por tener una de las mejores relaciones de conversión alimenticia (RCA) en la industria. Con entornos controlados, las razas alcanzan dichos rendimientos con una RCA promedio de cerca de 1.5. Obtenida de la dietética, la economía en el uso de nutrientes es un activo para el sistema productivo y reduce la huella ambiental debido a menos desperdicios y emisiones producidas por el consumo de recursos (Maradiaga & Yanchapaxi, 2021).

La morfología corporal del pollo Cobb está adaptada para optimizar el rendimiento productivo. Particularmente, presentan un pecho ancho y profundo, piernas cortas y gruesas y un equilibrio corporal. Estas características anatómicas favorecen el incremento de la locomoción, facilitando una distribución óptima del peso, evitando los problemas de displasia, artrosis y lesiones de tipo ortopédico. Sin embargo, estas soluciones abren

el nigrar a antecedentes patológicos que podrían reducir el sobrepeso o el manejo inadecuado. Estos plumajes industriales son escasos, pero son enormes en número, recubiertos con plumas de buzo, voluminosas y color blanco, que colman la presentación comercial de la canal e interiormente protegen el diseño de trazas en la piel que son visibles tras el sanguinaje (Campozano-Marcillo, y otros, 2021).

Desde una perspectiva fisiológica, esta raza ofrece una alta relación de conversión de energía y ha optimizado la eficiencia de la digestión. Su tracto gastrointestinal también ha sido objeto de investigaciones dirigidas a mejorar la absorción de nutrientes a través de un microbiota intestinal equilibrada, donde algunos animales sanos demuestran una dominancia de *Lactobacillus spp.* beneficiosos. Por esta razón, incorporar aditivos naturales como probióticos y enzimas en la dieta se vuelve más fácil, dando como resultado un mejor reduciendo su dependencia sin la necesidad de antibióticos promotores del crecimiento (Lema, 2021).

La respuesta inmunológica, Cobb ha mostrado tener una resistencia adecuada frente a algunas de las más comunes patologías del rubro avícola como coccidiosis, enfermedad de Newcastle y bronquitis infecciosa, siempre y cuando se sigan correctamente los esquemas de vacunación e implementen medidas de bioseguridad. La inmunidad de esta línea permite el desenvolvimiento en diferentes ambientes productivos, sin embargo, el control ambiental es fundamental en climas extremos para evitar estrés térmico, particularmente durante las fases finales de su crecimiento. Los pollos Cobb exhiben coeficientes de variación relativamente bajos en el peso corporal al sacrificio, lo que permite programar de manera precisa el sacrificio y procesamiento. Esta uniformidad mejorable mejora la estandarización del producto final al tiempo que mejora el rendimiento de producción en las plantas de sacrificio y procesamiento de carne de aves (Miranda & Portillo, 2021).

En cuanto a la calidad de la carne, los pollos Cobb exhibieron atributos organolépticos que se ajustan con los requisitos de los consumidores modernos. Se caracterizan por una estructura muscular con baja deposición de grasa intramuscular, alta capacidad de retención de agua y textura suave. Estas características permiten una amplia gama de usos dentro de la industria alimentaria, desde productos frescos hasta preparaciones alimenticias procesadas. Sin embargo, algunos parecen descuidar el hecho de que controlar la tasa de crecimiento es primordial para evitar mantener trastornos crónicos como el pecho de madera acompañado de síndrome de músculo estriado que impactan

visualmente el producto y empañan la experiencia sensorial en la figura 3 se puede identificar la anatomía del pollo Cobb (Sánchez Quinche, Quevedo Guerrero, Paladines, & Pérez Baena, 2021).

En reproducción y multiplicación genética, la línea Cobb observa los estándares canadienses de mejora genética que se centran en selecciones fenotípicas y genómicas impuestas sobre los progenitores. Los núcleos genéticos imponen límites estrictos sobre el grado de consanguinidad, tasa de fertilidad, resistencia a enfermedades y adaptabilidad, lo que compromete la estabilidad de las líneas de grado comercial. Las líneas parentales se cruzan para formar pirámides, y los pollos de engorde que se ponen a la venta son híbridos, que aseguran que se maximice la expresión de vigor híbrido (heterosis). A su vez, este pollo se caracteriza por ser adaptable a sistemas de producción intensivos en regiones templadas y cálidas, siempre que el pollo tenga un ambiente térmicamente controlado (Ramirez Taipe, 2021).

CAPÍTULO III

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

En el presente estudio se empleó un enfoque experimental debido a que se manipuló la variable independiente que es la concentración de niveles de hidrolato de orégano en el agua a razón de; 0.5ml/L, 1 ml/L y 1.5ml/L más un grupo control sin hidrolatos. Este diseño permitió evaluar el efecto de las diferentes concentraciones sobre el crecimiento y desarrollo de las aves.

Para controlar otras posibles variables que pudieran influir en los resultados, se mantuvieron constantes factores como la alimentación, el ambiente y la temperatura. Estas condiciones uniformes garantizaron la validez interna del experimento y facilitaron el establecimiento de una relación causa-efecto.

Para el análisis experimental, se utilizó un diseño factorial completamente al azar. Los tratamientos fueron asignados de manera aleatoria a las unidades experimentales, y se administraron las dosis de hidrolato durante toda la fase de crecimiento de los animales. Con el objetivo de minimizar el sesgo y la variabilidad, no se establecieron bloques ni restricciones dentro del corral. Se adoptó el siguiente esquema experimental:

Tabla 4. Esquema experimental

| Tratamiento | Dosis | Repeticiones | Aves por | |
|-------------|----------|--------------|------------|-------------|
| | | | Repetición | Tratamiento |
| T1 | 0.5 ml/L | 4 | 10 | 40 |
| T2 | 1 ml/L | 4 | 10 | 40 |
| T3 | 1.5 ml/L | 4 | 10 | 40 |
| T4 | 0 ml/L | 4 | 10 | 40 |

Realizado por: Quezada, N., 2025.

modelo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta

u = media general

T_j = efecto del tratamiento

E_{ij} = error experimental

3.2. La población y la muestra

3.2.1. Características de la población

La población de este estudio estuvo conformada por pollos de engorde de la raza Cobb 500, que se seleccionaron por su uniformidad en términos de edad (1 día), peso inicial (50 a 60g) y estado de salud, con el fin de minimizar la variabilidad y asegurar así que las diferencias observadas en el crecimiento y desarrollo puedan atribuirse de manera más confiable a las variaciones en la concentración de hidrolatos de orégano.

3.2.2. Delimitación de la población

La población se delimitó a pollos de engorde de una raza Cobb 500 criados en un entorno controlado que garantizó condiciones óptimas de alimentación, manejo y sanidad. Este entorno se mantuvo constante para todos los 16 grupos de estudio, asegurando la validez interna del experimento.

3.2.3. Tipo de muestra

Se utilizó un muestreo aleatorio simple para seleccionar a los pollos participantes en el estudio. Este tipo de muestreo asegura que cada pollo de la población tenga la misma probabilidad de ser seleccionado, reduciendo así el sesgo y aumentando la representatividad de la muestra

3.2.4. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue de 160 pollos en total, 40 aves por cada tratamiento. Este número se consideró adecuado para detectar diferencias significativas en el crecimiento y desarrollo de los pollos debido a las diferentes concentraciones de hidrolatos de orégano, basándose en estudios previos y análisis de poder estadístico.

3.2.5. Proceso de selección de la muestra

La población se delimita a pollos de engorde de una raza Cobb criados en un entorno controlado que se mantiene constante para todos los grupos de estudio, para la delimitación de la población también se consideró los siguientes criterios:

3.2.5.1. Raza y Genética:

Los pollos seleccionados pertenecen a la raza Cobb 500, conocida por su rápido crecimiento y alta eficiencia en la conversión alimentaria. Esta homogeneidad genética es esencial para reducir la variabilidad inherente en el estudio y asegurar que las diferencias observadas se deban principalmente a la intervención experimental del hidrolato de orégano.

3.2.5.2. Edad y Peso Inicial

Todos los pollos incluidos en el estudio tenían una edad de un día de nacidos al inicio del experimento, asegurando así que todos se encontraban en la misma etapa de desarrollo. Además, se seleccionaron pollos con un peso inicial Uicial desde 50 a 60 gr lo cual es crucial para minimizar la variabilidad y mejorar la comparabilidad entre los grupos experimentales.

3.2.5.3. Condiciones de Cría;

Los pollos se criaron en un entorno controlado que garantizó condiciones estandarizadas de alimentación, manejo y sanidad. Estas condiciones incluyen:

- **Alimentación:** Dieta equilibrada y adecuada para pollos de engorde, proporcionada ad libitum, asegurando que todos los pollos tengan igual acceso a los nutrientes necesarios.
- **Ambiente:** Control de la temperatura, humedad y ventilación dentro de las instalaciones de cría para mantener un ambiente óptimo y reducir el estrés ambiental que pueda afectar el crecimiento.
- **Manejo:** Procedimientos de manejo uniformes, incluyendo la vacunación y prácticas de bioseguridad, para prevenir enfermedades y asegurar el bienestar animal.

3.2.6. Duración del estudio:

El experimento se llevó a cabo durante toda la fase de crecimiento de los pollos de engorde, desde la primera semana de vida hasta la edad de sacrificio de 45 días. Este período es crítico para observar los efectos de las diferentes concentraciones de hidrolato de orégano en el crecimiento y desarrollo de los pollos.

3.2.7. Control de Variables Externas:

Para asegurar la validez interna del estudio, se controlaron estrictamente otras variables que puedan influir en los resultados, tales como el acceso al agua, la densidad de población en los corrales y la iluminación. Estos controles ayudan a aislar el efecto de la variable independiente (concentración de hidrolato de orégano) sobre la variable dependiente (crecimiento y desarrollo de los pollos)

3.3. Metodología de la evaluación en laboratorio

3.3.1.1. Origen de la Muestra

Las muestras fueron tomadas directamente de los cultivos de orégano ubicados en la parroquia La Belleza, Provincia de Orellana.

3.3.1.2. *Preparación de la Muestra:*

Para garantizar la calidad de las muestras, las plantas se seleccionaron plantas en condiciones óptimas y se dio prioridad aquellas sin signos visibles de estrés o enfermedad. Tras la recolección, se seleccionaron hojas y tallos frescos, maduros, eligiendo las zonas más verdes. El material vegetal seleccionado se lavó con agua estéril esto con el fin de eliminar contaminantes externos y reducir el riesgo de introducir microorganismos no deseados. Posteriormente, se clasificaron las partes útiles descartando material que presentaban signos de deterioro. Este procedimiento permitió extraer material de alta calidad para la fase de extracción y análisis.

3.3.1.3. *Extracción de hidrolato de orégano*

Se utilizó el método de destilación por arrastre de vapor para extraer el hidrolato de las muestras de orégano (*Plectranthus amboinicus*). Para ello, se introdujeron 100 g de material vegetal fresco y previamente esterilizado en un balón de destilación de 1000 ml con 500 ml de agua destilada. Con un reverbero se calentó de forma controlada hasta alcanzar una temperatura constante de 100°C, lo que dio lugar a la generación de vapor que transfirió los compuestos volátiles de la muestra al sistema de condensación.

La destilación se realizó durante una hora para garantizar la extracción completa de los compuestos deseados. El hidrolato resultante se recolectó en un matraz Erlenmeyer estéril. El proceso se repitió varias rondas de destilación hasta obtener un volumen total de aproximadamente 1 litro de hidrolato. Por último, el hidrolato se transfirió a un recipiente estéril herméticamente cerrado y se almacenó en un frigorífico para preservar sus propiedades químicas y biológicas hasta su uso en el campo. Este proceso garantizó la pureza y calidad del hidrolato y manteniendo su eficacia como potencial estimulante del crecimiento para la alimentación de pollos Cobb 500.

3.4. **Análisis bromatológico del orégano**

3.4.1. *Análisis del contenido de humedad*

La determinación del contenido de humedad se realizó con el objetivo de cuantificar la cantidad de agua presente en la muestra vegetal, misma que es expresada como porcentaje en base al peso fresco. Para ello, se utilizó el método gravimétrico descrito por la AOAC (2016), que consiste en el secado del material a temperatura constante en estufa.

Primero, se pesaron latas redondas de aluminio previamente limpias, secas y llevadas a peso constante. Luego, se depositaron 1,5 g de muestra fresca en cada lata, las cuales fueron introducidas en una estufa de secado forzado a 105 °C durante 12 horas, permitiendo la eliminación completa de la humedad.

Finalizado el tiempo de secado, las latas fueron retiradas cuidadosamente y colocadas en un desecador hasta alcanzar temperatura ambiente, con el fin de evitar la reabsorción de humedad ambiental. Una vez enfriadas, se registró el peso final de cada unidad.

El contenido de humedad se calculó como la diferencia entre el peso inicial (muestra húmeda) y el peso final (muestra seca), y se expresó como porcentaje del peso fresco. Este análisis proporcionó información sobre el nivel de humedad del material vegetal, aspecto clave para la conservación, procesamiento y análisis posterior de los nutrientes.

3.4.2. Determinación de cenizas

Para la determinación del contenido de cenizas, se empleó el método gravimétrico descrito por la AOAC (2016). Se utilizaron crisoles de porcelana previamente lavados, secados y llevados a peso constante en una estufa a 105 °C durante una hora. Una vez enfriados en un desecador, se registró su masa utilizando una balanza analítica con precisión de $\pm 0,001$ g.

A cada crisol se le adicionaron 1,5 g de muestra seca y molida, y posteriormente fueron introducidos en una mufla eléctrica previamente precalentada a 550 °C. La calcinación se realizó durante un periodo continuo de cuatro horas, con el fin de asegurar la combustión completa de la materia orgánica y obtener un residuo blanco o gris claro, indicador de una incineración adecuada.

Una vez finalizado el tiempo de incineración, los crisoles fueron retirados cuidadosamente con pinzas metálicas y colocados inmediatamente en un desecador de vidrio para evitar la absorción de humedad durante el enfriamiento. Después de alcanzar la temperatura ambiente, se procedió a registrar nuevamente el peso de cada crisol con la ceniza residual.

Finalmente, el contenido de cenizas se calculó mediante la diferencia de pesos antes y después de la calcinación, y se expresó como porcentaje respecto al peso seco de la muestra original. Este análisis permitió estimar el contenido mineral total del material vegetal, proporcionando información clave para evaluar su valor nutricional y su potencial como fuente de micronutrientes en la alimentación animal

3.4.3. Determinación de las proteínas bruta

La cuantificación de proteína cruda se realizó mediante el método de Kjeldahl, el cual determina el contenido de nitrógeno total en la muestra vegetal, base para calcular el porcentaje de proteína presente. Este método comprende tres etapas: digestión, destilación y titulación.

En primer lugar, se pesaron exactamente 0,5 g de muestra seca y molida, los cuales fueron envueltos en papel bond tarado, formando pequeños paquetes. Estos se depositaron en tubos de digestión junto con 10 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) y una tableta catalizadora. Los tubos fueron colocados en una unidad de digestión Kjeldatherm, manteniéndose a una temperatura de 400 °C hasta que la solución adquirió una coloración verde clara, indicativa de la completa descomposición de la materia orgánica. Una vez alcanzada esta etapa, los tubos se retiraron cuidadosamente y se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

Posteriormente, se procedió a la destilación. La unidad de destilación fue configurada para adicionar 36 mL de ácido bórico al 4 %, 17 mL de agua destilada y 48 mL de hidróxido de sodio (NaOH) al 50 %. El proceso incluyó un tiempo de reacción de 5 segundos, seguido de una destilación de 3 minutos y un tiempo de succión de 15 segundos. El tubo de digestión se acopló al sistema junto con un matraz Erlenmeyer que recogió el destilado, el cual fue condensado automáticamente durante el tiempo programado.

Finalmente, se realizó la titulación del destilado con ácido sulfúrico 0,3 N, empleando tres gotas de indicador mixto. La titulación se efectuó hasta el viraje de color, lo cual indicó el punto final de la reacción. Para asegurar la precisión del análisis, se realizaron muestras blanco y patrones de calibración cada vez que se prepararon nuevos reactivos.

El contenido de nitrógeno determinado se multiplicó por el factor 6,25, asumiendo que las proteínas contienen en promedio un 16 % de nitrógeno, y se expresó como porcentaje de proteína cruda en base seca.

3.4.4. Identificación de la fibra bruta

La determinación de la fibra cruda se realizó con el propósito de cuantificar la fracción no digerible del material vegetal del orégano, compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y otros polisacáridos estructurales. Para lo cual, se empleó el método gravimétrico basado en digestión secuencial con soluciones ácidas y alcalinas, siguiendo los lineamientos establecidos por la AOAC (2016). Este procedimiento permite eliminar los compuestos solubles y aislar el residuo fibroso, correspondiente a la fibra bruta.

Primero, se pesaron crisoles previamente limpios, secos y llevados a peso constante. A continuación, se colocaron 1,5 g de muestra seca y molida en cada crisol, los cuales fueron ubicados en el equipo de extracción de fibra. A continuación, se adicionó a cada crisol una solución caliente de ácido sulfúrico al 0,7 % (7/1000), elevando la temperatura hasta alcanzar el punto de ebullición (100 °C). Una vez iniciada la ebullición, se redujo la temperatura a 70 °C y se mantuvo durante 30 minutos para lograr una digestión ácida controlada. Finalizada esta etapa, la solución fue eliminada.

Mas adelante, se cerraron las perillas del equipo y se adicionó a cada crisol una solución caliente de hidróxido de sodio al 1,25 %. De igual forma, se llevó a ebullición y luego se mantuvo a 70 °C por 30 minutos, completando así la digestión alcalina. Luego del tratamiento químico, los crisoles fueron enjuagados cuidadosamente con agua destilada caliente para eliminar cualquier residuo de los reactivos.

Posteriormente, se retiraron los crisoles del equipo y se les adicionaron 0,05 mL de hexano para facilitar la eliminación de posibles residuos grasos. Los crisoles fueron secados en una estufa a 105 °C durante 12 horas. Transcurrido este tiempo, se colocaron en un desecador hasta alcanzar temperatura ambiente y se registró su masa. Por último, los crisoles fueron calcinados en una mufla a 400 °C durante cuatro horas, y luego enfriados en desecador para realizar el pesaje final. El contenido de fibra cruda se calculó por diferencia de pesos y se expresó como porcentaje respecto al peso seco de la muestra original.

3.4.5. Determinación del extracto graso o alcalino

El contenido de extracto etéreo se determinó a fin de cuantificar la fracción lipídica presente en la muestra vegetal del oregano. Para ello, se empleó el método gravimétrico basado en extracción con disolvente orgánico, siguiendo la metodología descrita por la AOAC (2016).

Primero, se pesaron vasos de recolección (de vidrio o aluminio) previamente limpios, secos y llevados a peso constante. Después, se depositaron 1,5 g de muestra seca y molida en dedales de celulosa. Cada dedal fue colocado dentro del sistema de extracción y, a cada vaso correspondiente, se le añadieron 50 mL de hexano como disolvente orgánico. A continuación, los vasos y dedales fueron colocados en el equipo de extracción de grasas tipo Tecator, donde se llevó a cabo el proceso automatizado de extracción bajo condiciones controladas de temperatura y tiempo, según el protocolo establecido por el fabricante.

Tras finalizar el ciclo de extracción, los vasos con el residuo lipídico fueron retirados cuidadosamente y colocados en una estufa a 105 °C durante 10 minutos, para eliminar restos del disolvente. Luego, se dejaron enfriar en un desecador hasta alcanzar temperatura ambiente, y se procedió a su pesado final. El contenido de extracto etéreo se calculó mediante la diferencia de peso antes y después de la extracción, y se expresó como porcentaje respecto al peso seco de la muestra.

3.4.6. Determinación del nitrógeno libre elemental (ELN)

Extracto Libre de Nitrógeno representa la fracción de carbohidratos libres de fibra de una muestra, incluyendo azúcares, almidones y otros carbohidratos solubles. Este valor puede determinarse indirectamente a partir de otros valores analizados mediante la fórmula $ELN = 100 - (\text{humedad} + \text{cenizas} + \text{proteínas} + \text{fibra bruta} + \text{extracto etéreo})$. Los elementos no fibrosos son importantes porque son la parte más fácilmente digerible de la planta y proporcionan rápidamente la energía necesaria para el crecimiento de la planta. La cuantificación de estos elementos es crucial para evaluar el potencial del orégano en las dietas para pollos de engorde Cobb 500, en las que el orégano puede ser un eficaz promotor del crecimiento.

3.5. Metodología de la evaluación en campo

3.5.1. Preparación del galpón

El galpón utilizado en este experimento se construyó a una distancia segura de otras granjas avícolas, con el objetivo de minimizar riesgos sanitarios y garantizar condiciones controladas. La estructura cuenta con una superficie total de 40 m², se edificó con paredes de hormigón y malla metálica, lo cual permitió una adecuada ventilación natural. La estructura metálica y el piso de cemento facilitaron los procedimientos de limpieza y desinfección. En el tejado se usó láminas de aluminio proporcionando una protección adecuada para la zona.

Previo al ingreso de las aves ingresaran al galpón, el galpón se dividió en 16 cajones o jaulas de 1,3 x 1,3 metros cuadrados para poder separarlas según el diseño experimental. A cada cajón se le colocó una cama de aserrín de 10 - 15 cm de grosor. También se tomaron precauciones de bioseguridad, como la limpieza, lavado y esterilización de las jaulas, bebederos y comederos. La desinfección del galpón se llevó a cabo mediante la aplicación de amonio cuaternario utilizando un pulverizador de presión dos semanas antes del inicio del ensayo.

3.5.2. Recepción de pollitos bebe

Se recibieron un total de 160 pollitos sin sexar, vacunados previamente contra la enfermedad viral linfoproliferativa (Marek) al momento de su nacimiento. Con el fin de asegurar un ambiente térmico adecuado, se encendieron los sistemas de calefacción, dos horas antes de la recepción se bajaron las cortinas para mantener el equilibrio de temperatura y ventilación controlada.

A la llegada, los pollitos fueron hidratados con agua fresca suplementada con vitaminas durante la primera hora, con el objetivo de reducir el estrés causado por el transporte, favorecer la recuperación fisiológica y estimular el consumo de alimento. Posteriormente, los pollitos fueron distribuidos dentro del galpón y cada grupo estuvo formado por diez aves correspondientes a la capacidad asignada aleatoriamente en cada compartimento

3.5.3. Programa de agua y alimentación

Una alimentación equilibrada permite que el ave exprese su potencial genético, previene las enfermedades y constituye el soporte de un correcto manejo productivo adecuado. En el caso de los pollos de engorde, la alimentación representa el 70% de los costos de producción y se ajustó a la fase de vida de las aves, dividiéndose en tres etapas: Inicial, crecimiento y engorde.

Para este estudio, se empleó la tabla de alimentación de la línea Cobb -500 y el alimento balanceado de Nutros en las siguientes fases:

Tabla 5. Composición nutricional del alimento balanceado para pollos en diferentes etapas

| Edad (días) | Etapas | PC (%) | GC (%) | FC (%) | CEN (%) | HUM (%) | LYS (%) | MET (%) |
|---|----------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1er día hasta los 10 días de edad del pollito | Inicial E1 | 22 | 2 | 4 | 7 | 13 | 1,38 | 0,53 |
| 11 días hasta los 23 días de edad | Crecimiento E2 | 20 | 3 | 5 | 8 | 13 | 1,24 | 0,5 |
| 11 días hasta los 24 días de edad | Engorde E3 | 18 | 4 | 5 | 8 | 13 | 1,1 | 0,45 |
| 24 días de edad hasta el sacrificio | Finalizador E4 | 18 | 4 | 5 | 8 | 13 | 1,05 | 0,43 |

PC = Proteína cruda; GC = Grasa cruda; FC = Fibra cruda; CEN = Ceniza; HUM = Humedad; LYS = Lisina; MET = Metionina. Los valores están expresados en porcentaje (%).

Realizado por: Quezada, N., 2025

El acceso continuo a agua potable, limpia, fresca y de buena calidad fue esencial para el bienestar, crecimiento y rendimiento productivo de los pollos de engorde. Con el fin de asegurar dicho acceso, se optó por el uso de bebederos manuales de polipropileno, los cuales permitieron un control preciso del volumen de agua suministrado y facilitaron la aplicación diferenciada de tratamientos según el diseño experimental asignado a cada compartimento.

Los bebederos se limpiaron cuidadosamente en cada cambio de agua, con el objetivo de eliminar residuos orgánicos y prevenir la propagación de microorganismos patógenos. La frecuencia del cambio de agua se ajustó conforme a la etapa de desarrollo de las aves y a las condiciones ambientales, principalmente la temperatura, factores que influyen

directamente en el consumo hídrico. Esta variabilidad en la frecuencia de mantenimiento fue clave para preservar la calidad del agua y garantizar un entorno sanitario adecuado.

3.5.4. Manejo de temperatura y cortinas

La temperatura de manejo en relación con los requerimientos de los pollos, así como se muestra en la siguiente tabla para un ambiente tropical.

Tabla 6. Manejo de temperatura de pollos Broiler Raza Cobb 500

| Edad (días) | Temperatura °C |
|---------------------|----------------|
| De 1 a 7 | 29 a 31 |
| De 8 al 14 | 26 a 28 |
| De 15 a 21 | 24 a 26 |
| De 22 a 28 | 23 a 25 |
| De 29 a 35 | 20 a 22 |
| De 36 al sacrificio | 20 a 22 |

Realizado por: Quezada, N., 2025

Durante la primera semana, se utilizaron lámparas calefactoras encendidas durante la noche para mantener una temperatura interna de entre 29 y 31 °C, garantizando confort térmico en la fase de mayor vulnerabilidad fisiológica. Conforme las aves fueron creciendo, la temperatura se redujo de manera gradual en función de sus necesidades metabólicas, promoviendo una adaptación progresiva a condiciones más frescas durante las etapas finales de la crianza.

El manejo adecuado de las cortinas en la crianza de pollos de engorde constituyó una estrategia fundamental para garantizar un ambiente controlado favoreciendo el bienestar animal, especialmente en climas tropicales como en la provincia de Orellana, su uso facilitó la ventilación con la entrada de aire fresco del exterior, sin causar cambios bruscos en la temperatura interna.

Durante las dos primeras semanas de vida, las cortinas permanecieron cerradas completamente por las noches minimizando la entrada de corrientes de aire frío y manteniendo una temperatura estable. A partir del día catorce, se implementó un manejo progresivo de las cortinas, ajustándose a las condiciones climáticas y la necesidad de

ventilación, después de los 22 días los pollos habían desarrollado su capacidad de termorregulación por lo que las cortinas se mantuvieron abiertas hasta el día del sacrificio evitando la humedad y acumulación de gases como el amoníaco, factores que comprometen el bienestar animal y la sanidad ambiental.

3.5.5. Plan sanitario

La vacunación de los pollos contra enfermedades resultó ser fundamental, ya que garantizó la prevención de enfermedades infecciosas y, en consecuencia, el mantenimiento del estado de salud y la productividad de las aves. La vacunación fue una de las principales herramientas empleadas en este proceso, ajustándose a las patologías que se presentan con mayor frecuencia en la zona, siguiendo el plan de vacunación adaptado a las condiciones locales.

Tabla 7. Plan de vacunación

| Productos | Semanas | | | | | | Observación |
|---------------------|---------|---|---|---|---|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Vacunas | | | | | | | |
| Marek | x | | | | | | Planta de incubación |
| Newcastle | x | x | | | | | 7 y 15 días de nacido |
| Gumboro | | | x | | | | 21 días de nacido |
| Antibióticos | | | | | | | |
| Florfenicol | | | x | | | | Preventivo respiratorias Preventivo digestivo |
| Vitaminas | | | | | | | |
| Complejo vitamínico | x | | | | | | |

Realizado por: Quezada, N., 2025

Al nacimiento en la planta de incubación los pollos en el primer día de vida fueron vacunados contra la enfermedad de Marek. Posteriormente, al séptimo día, se aplicó la vacuna de Newcastle y una segunda dosis como refuerzo inmunológico se administró a los quince días vía ocular. Para protegerlo contra el Gumboro, se administró la dosis correspondiente a los 21 días siguiendo el protocolo establecido para su prevención. Todas las aplicaciones se realizaron durante las primeras horas de la mañana, aprovechando las temperaturas más frescas para minimizar el estrés térmico en las aves, lo cual contribuyó a una mejor respuesta inmunitaria.

3.5.6. *Recolección de datos*

3.5.6.1. *Peso inicial*

El peso inicial permitió establecer un punto de referencia para evaluar el crecimiento y desarrollo de las aves a lo largo del tiempo, por ello a la llegada de los pollitos se registró el peso de cada uno con el fin de monitorear el rendimiento de las aves.

3.5.6.2. *Peso semanal*

Con el fin de garantizar que los pollos ganaran peso de acuerdo con los estándares de la línea genética y el programa de alimentación establecido para el experimento, así como para detectar posibles problemas nutricional o de salud, se registró semanalmente el peso de cada grupo de pollos. Para ello, se utilizó una balanza digital y se pesaron todas las aves correspondientes a cada unidad experimental dentro de su respectivo compartimento. Esta variable fue clave, ya que se empleó posteriormente en el cálculo de la ganancia de peso durante las distintas etapas del crecimiento, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}$$

3.5.6.3. *Consumo de alimento*

La ingesta de alimento fue una variable fundamental para evaluar la eficiencia productiva de las aves. Esta se determinó a través del cálculo de la cantidad total de balanceado consumido por lote durante cada semana, dividiendo dicho valor entre el número de aves asignadas por tratamiento. Esta información permitió estimar el estado nutricional y ajustar estrategias de alimentación cuando fue necesario, con base en la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de alimento} = \frac{\text{Consumo de balanceado total}}{\text{Número de aves}}$$

3.5.6.4. Conversión alimenticia

El índice de conversión alimenticia representó un indicador clave para evaluar la eficiencia del uso del alimento en la producción de carne. Este se calculó semanalmente, dividiendo el consumo total de alimento en gramos entre la ganancia de peso en gramos obtenida durante ese mismo periodo. Un valor más bajo indicó una mayor eficiencia en la conversión del alimento en masa corporal. La fórmula empleada fue:

$$\text{Conversión de alimento} = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}}$$

3.5.7. Cuadro de operacionalización de variables

A continuación, se presenta la operatividad de las variables consideradas en esta investigación, detallando sus definiciones conceptuales y operativas, los indicadores evaluados, la escala de medida y la técnica e instrumento de recopilación de datos utilizados

Tabla 8. Operacionalización de variables del estudio

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Indicador | Escala de medición | Técnica e instrumento de recolección de datos |
|---|---|---|--|--------------------|--|
| Dosis de hidrolato de <i>Plectranthus amboinicus</i> (Variable independiente) | Cantidad del subproducto obtenido por arrastre de vapor de <i>P. amboinicus</i> , aplicado como aditivo natural en el agua de bebida de aves para mejorar el crecimiento. | Inclusión de tres concentraciones de hidrolato (0.5 ml/L, 1.0 ml/L y 1.5 ml/L) en el agua de bebida de los pollos Cobb 500 durante el ciclo productivo. | Dosis administrada (ml/L) | Nominal | Observación directa de la dosificación en campo / Registro experimental de tratamientos. |
| Ganancia de peso (Variable dependiente) | Incremento de peso corporal de las aves en un periodo determinado, | Diferencia entre el peso inicial y final del ave durante el ciclo productivo, | Gramos ganados por día, peso final (g) | Razón | Registro semanal del peso de las aves mediante |

| | | | | |
|---|--|--|---------------------------------------|---|
| | como indicador del crecimiento. | dividida por el número de días | | balanza digital |
| Índice de conversión alimenticia (Variable dependiente) | Indicador de eficiencia productiva que relaciona el alimento consumido con el peso ganado por el ave. A menor índice, mejor aprovechamiento del alimento. | ICA = cantidad de alimento consumido (g) / ganancia de peso durante el ciclo productivo (g). | alimento consumido / ganancia de peso | Razón Registro diario del consumo de alimento y control de peso semanal, mediante báscula digital y hojas de control de consumo grupal |
| Análisis beneficio/costo (B/C) (Variable dependiente) | Indicador económico que mide la relación entre los beneficios generados y los costos incurridos, para determinar la rentabilidad de una intervención productiva. | Cociente entre el ingreso por venta de aves y el costo adicional por el uso del hidrolato. | Rentabilidad económica (B/C). | Razón Registro contable de ingresos por tratamiento y gastos específicos asociados al uso del hidrolato. |

Realizado por: Quezada, N., 2025

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Composición bromatológica de *Plectranthus amboinicus*

Para comprender el perfil químico del orégano *Plectranthus amboinicus*, se realizó un análisis bromatológico que permitió cuantificar los principales componentes proximales de la muestra evaluada. La Tabla 8 presenta los resultados obtenidos para los principales componentes proximales evaluados; humedad, cenizas, extracto etéreo, proteína bruta, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno (ELN).

Tabla 9. Composición bromatológica del orégano *Plectranthus amboinicus*

| Parámetro | Método | Unidad | Resultado (%) |
|----------------|------------|--------|---------------|
| Humedad | LCA-PO-04 | % | 94,10 |
| Cenizas | LCA-PO-05 | % | 22,98 |
| Grasa (E.E.) | LCA-PO-012 | % | 2,30 |
| Proteína bruta | LCA-PO-06 | % | 8,46 |
| Fibra cruda | LCA-PO-06 | % | 22,45 |
| ELN | LCA-PO-014 | % | 43,81 |

E.E. = Extracto etéreo, ELN = Extracto Libre de Nitrógeno.

Realizado por: Quezada, N., 2025

El análisis bromatológico realizado a *Plectranthus amboinicus* se evidenció un alto contenido de humedad (94,10 %) determinado mediante el método LCA-PO-04. Este resultado es congruente con lo reportado por Sallehuddin et al. (2022) quien indica que los niveles superiores al 90 % en muestras frescas de *P. amboinicus* que fueron cultivadas en condiciones tropicales, esto se atribuye a la morfología de sus hojas carnosas y su capacidad de retención hídrica, características de especies suculentas.

Por otro lado, el contenido de cenizas obtenido (22,98 %) refleja una elevada concentración de minerales totales. Este resultado es similar a los descritos por Hussain et al. (2023) quienes reportaron valores de $21,46 \pm 0,16$ % esta similitud sugiere que *P. amboinicus* presenta una notable densidad mineral, la cual podría atribuirse a la presencia de macronutrientes esenciales como calcio, fósforo y magnesio, comúnmente acumulados

en especies del género *Plectranthus*. Por lo tanto, estos valores refuerzan el potencial nutricional del orégano como fuente de elementos minerales relevantes en aplicaciones alimentarias en la avicultura.

En lo que respecta al contenido de extracto etéreo (2,30 %), se observó un valor relativamente bajo, lo cual es consistente con lo reportado por Ekezie et al. (2021), quienes señalaron concentraciones entre 1,80 y 2,50 % en extractos acuosos y etanólicos de *Plectranthus amboinicus*. Estos resultados confirman que dicha especie no constituye una fuente significativa de lípidos. No obstante, se ha documentado que la planta contiene aceites esenciales con compuestos bioactivos de interés como carvacrol, timol y eugenol, lo que le confiere un valor agregado desde el punto de vista antimicrobiano y antioxidante (Singh, 2023).

En análisis de proteína bruta, en el presente estudio se obtuvo un valor de 8,46 %, ligeramente inferior al 10,83 % \pm 0,21 reportado por Sallehuddin et al. (2022); sin embargo, este resultado se encuentra en un rango aceptable para considerar a *Plectranthus amboinicus* como un ingrediente funcional en dietas destinadas a alimentación animal.

Por otro lado, el extracto libre de nitrógeno (ELN), estimado en 43,81 %, representa la fracción de carbohidratos solubles disponibles en la muestra, lo cual contribuye significativamente al valor energético del material vegetal. Aunque no se encontraron estudios recientes que evalúen específicamente el contenido de ELN en esta especie, investigaciones realizadas por Blacio et al. (2025) documentaron una notable variabilidad en la composición química de *P. amboinicus* cultivado en el sur del Ecuador, destacando que factores como el microclima, la altitud y las prácticas de manejo agronómico pueden influir de manera significativa en la acumulación de carbohidratos y minerales en los tejidos vegetales. Por lo tanto, el valor nutricional de esta especie puede ser optimizado mediante la implementación de prácticas agronómicas específicas.

4.2. Efecto de *Plectranthus amboinicus* en los parámetros productivos

El análisis estadístico del consumo de alimento permitió evaluar la respuesta de los pollos de engorde Cobb 500 a la suplementación con hidrolatos de *Plectranthus amboinicus* en diferentes concentraciones (0.5, 1.0 y 1.5 ml/L), en comparación con un grupo control (T1). Para ello, se aplicaron tres enfoques complementarios; Consumo diario por etapa

productiva, Consumo total acumulado por tratamiento y consumo total por tratamiento según etapa productiva.

La representación gráfica del consumo total (Figura 3) mostró una tendencia homogénea entre tratamientos dentro de cada fase productiva, sin variaciones abruptas. Este comportamiento sugiere que la inclusión de hidrolatos no afectó de manera significativa el patrón de alimentación. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Shah et al. (2022), quienes indicaron que la adición de extractos vegetales no modificó la palatabilidad ni la ingesta voluntaria. De igual manera, Rahman et al. (2021) observaron un consumo estable al utilizar aceites esenciales en el agua de bebida, destacando que el efecto benéfico de estos aditivos se relaciona más con mecanismos fisiológicos que con la cantidad de alimento ingerido.

El análisis de varianza (ANOVA), complementado con la prueba de Tukey, no reveló diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($p > 0.05$) en el consumo total acumulado (Figura 4). Los valores medios oscilaron entre 38.143,9 g y 39.353,1 g. Este hallazgo es consistente con lo reportado por Sallehuddin et al. (2022), quienes trabajaron con hidrolatos de hierbas aromáticas en condiciones tropicales y no observaron alteraciones relevantes en la ingesta. La ausencia de diferencias sugiere que la suplementación con *Plectranthus amboinicus* no compromete la aceptación del alimento, lo cual es una ventaja frente al uso tradicional de antibióticos promotores de crecimiento, cuya retirada ha suscitado preocupación sobre la palatabilidad (Singh et al., 2021).

En la Figura 5 se presenta el consumo total desagregado por fase productiva (inicial, crecimiento, engorde y finalización). Aunque no se identificaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ninguna de las etapas ($p > 0.05$), se evidenció un patrón fisiológico esperado, con un mayor consumo en las fases de engorde y finalización, asociado al incremento de los requerimientos energéticos. Esta tendencia es coherente con lo descrito por Saki et al. (2023), quienes atribuyen el aumento del consumo en fases tardías al desarrollo muscular y a una mayor tasa de crecimiento. El tratamiento T3 (1.5 ml/L) mostró los valores más altos durante las etapas de engorde y finalización, aunque sin superar significativamente a los otros tratamientos, posiblemente debido a la variabilidad biológica o al tamaño muestral.

Los resultados estadísticos obtenidos evidencian que la inclusión de hidrolatos de *Plectranthus amboinicus* no afectó de manera negativa el consumo de alimento, manteniéndose estable entre tratamientos. Esta constancia en la ingesta respalda su

potencial como aditivo funcional en dietas avícolas. Las diferencias zootécnicas observadas en otros parámetros, como la ganancia de peso o el índice de conversión alimenticia, podrían atribuirse a la acción bioactiva de los compuestos presentes en los hidrolatos, más que a variaciones en la cantidad de alimento consumido.

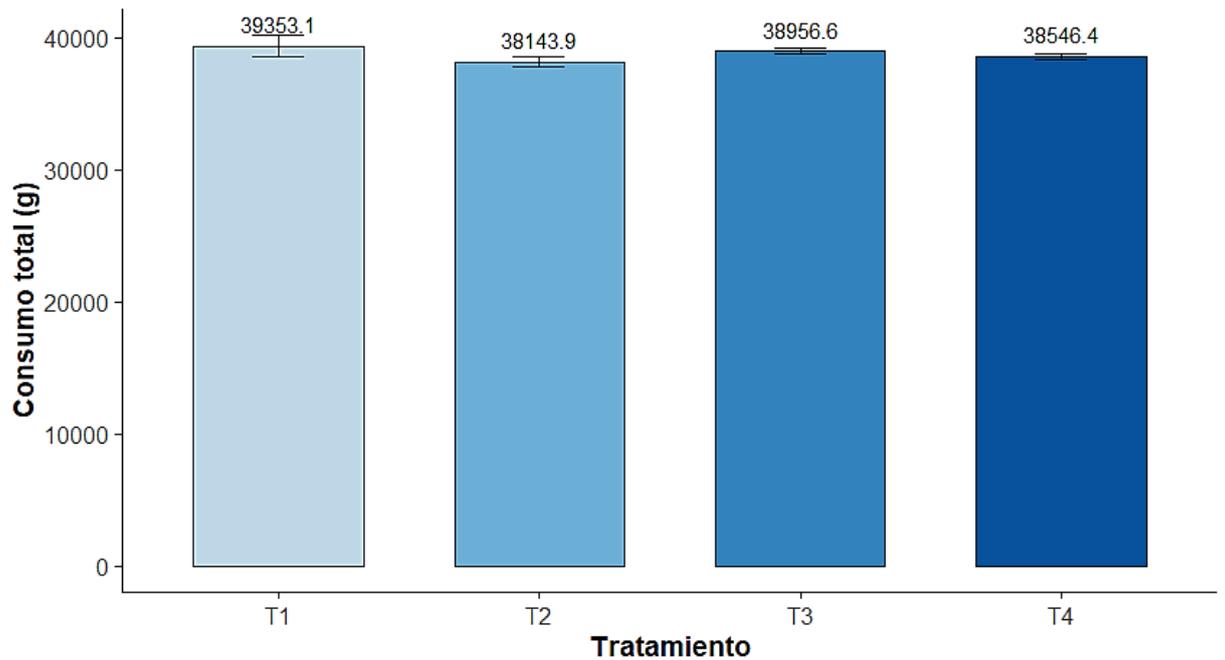


Figura 3. Consumo total de alimento (g) por tratamiento

Realizado por: Quezada, N., 2025

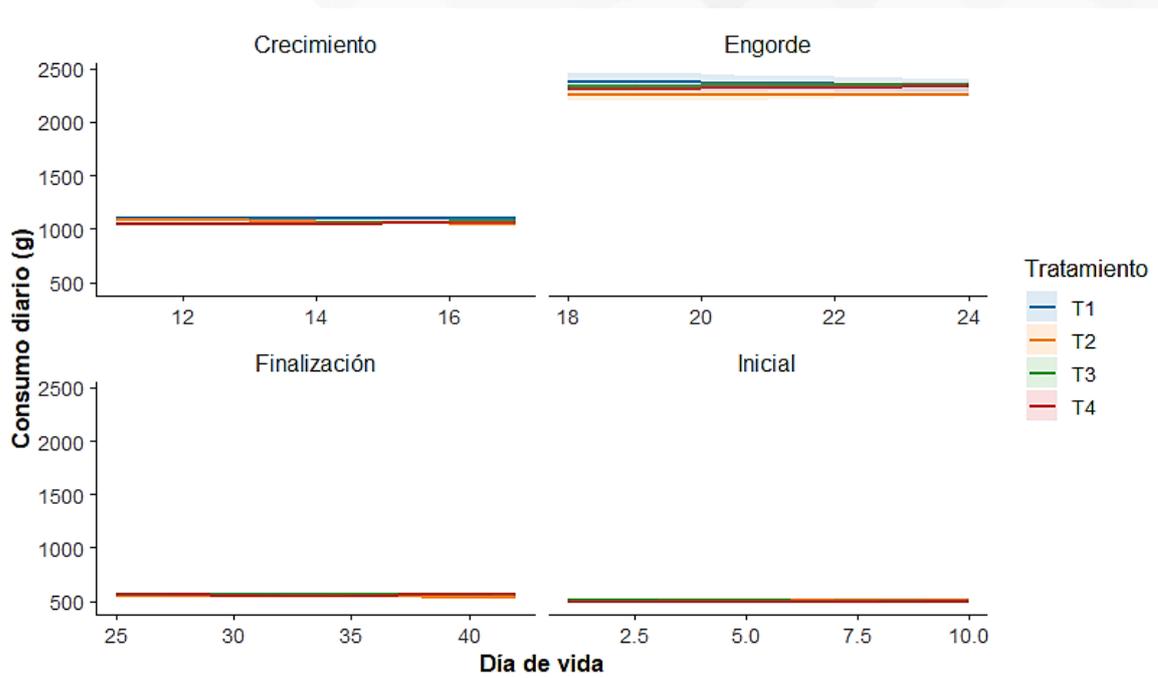


Figura 4. Consumo diario de alimento (g) por tratamiento en cada fase productiva.

Realizado por: Quezada, N., 2025

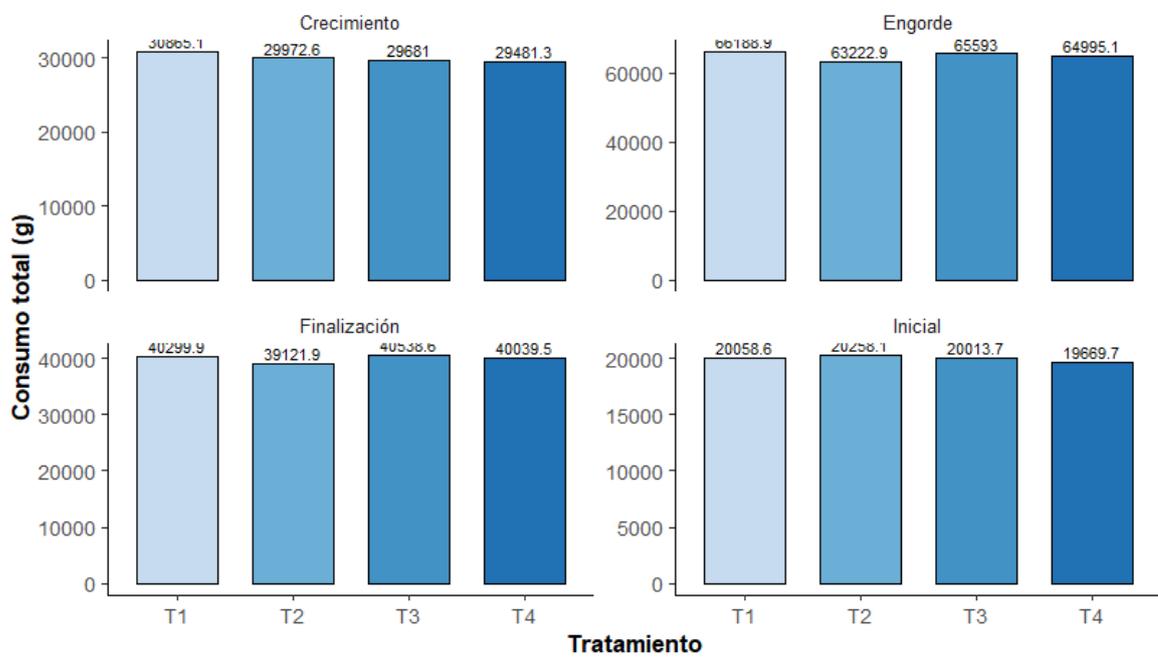


Figura 5. Consumo total de alimento (g) por tratamiento en cada fase productiva

Realizado por: Quezada, N., 2025

La suplementación con hidrolato de *Plectranthus amboinicus* tuvo un efecto positivo sobre el crecimiento de los pollos de engorde Cobb 500. En la Figura 4 se observa que el peso promedio aumentó de forma constante en todos los tratamientos a lo largo del tiempo. Las aves que recibieron la dosis de 1,5 ml/L alcanzaron el mayor peso al día 42, seguidas por las que recibieron 1,0 y 0,5 ml/L. En cambio, el grupo sin tratamiento fue el que presentó el menor peso.

El análisis estadístico (ANOVA) confirmó diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.0025$) y la prueba de Tukey mostró que el grupo sin tratamiento fue estadísticamente inferior a los demás (Figura 5). Esto indica que el hidrolato tuvo un efecto claro en la ganancia de peso, incluso desde las dosis más bajas. Resultados similares fueron reportados por Rahman et al. (2021), quienes encontraron mejoras en el crecimiento al utilizar aceites esenciales de orégano en el agua de bebida.

Respecto al peso a la canal (Figura 6), también se evidenció una diferencia significativa entre tratamientos ($p = 0.0024$). Las aves tratadas con hidrolato, en especial con la dosis de 1,5 ml/L, presentaron mayor peso a la canal en comparación con el grupo sin tratamiento. En cuanto al rendimiento porcentual a la canal (Figura 7), los resultados fueron consistentes: los tres tratamientos con hidrolato mostraron mejores rendimientos que el grupo control ($p = 0.0016$), aunque sin diferencias significativas entre dosis.

Estos datos sugieren que el uso del hidrolato mejora no solo el peso vivo final, sino también el rendimiento productivo, lo cual es importante desde el punto de vista económico. Apaéstegui et al. (2017) también reportaron mayores rendimientos en aves tratadas con orégano, y lo relacionaron con una mejor eficiencia en la conversión de nutrientes.

En este estudio, aunque no hubo diferencias significativas entre las tres dosis, se observó que la de 1,5 ml/L tendió a generar mejores resultados en todos los parámetros. Esto coincide con lo planteado por Saki et al. (2023), quienes mencionan que las dosis intermedias de extractos herbales suelen ser las más eficaces, ya que logran buenos resultados sin causar estrés o rechazo por parte de las aves.

En conjunto, los hallazgos respaldan el uso de *Plectranthus amboinicus* como un suplemento natural que puede reemplazar, al menos en parte, a los promotores de crecimiento sintéticos. Además, su uso representa una alternativa segura, accesible y acorde con las tendencias actuales de producción avícola más saludable y sostenible.

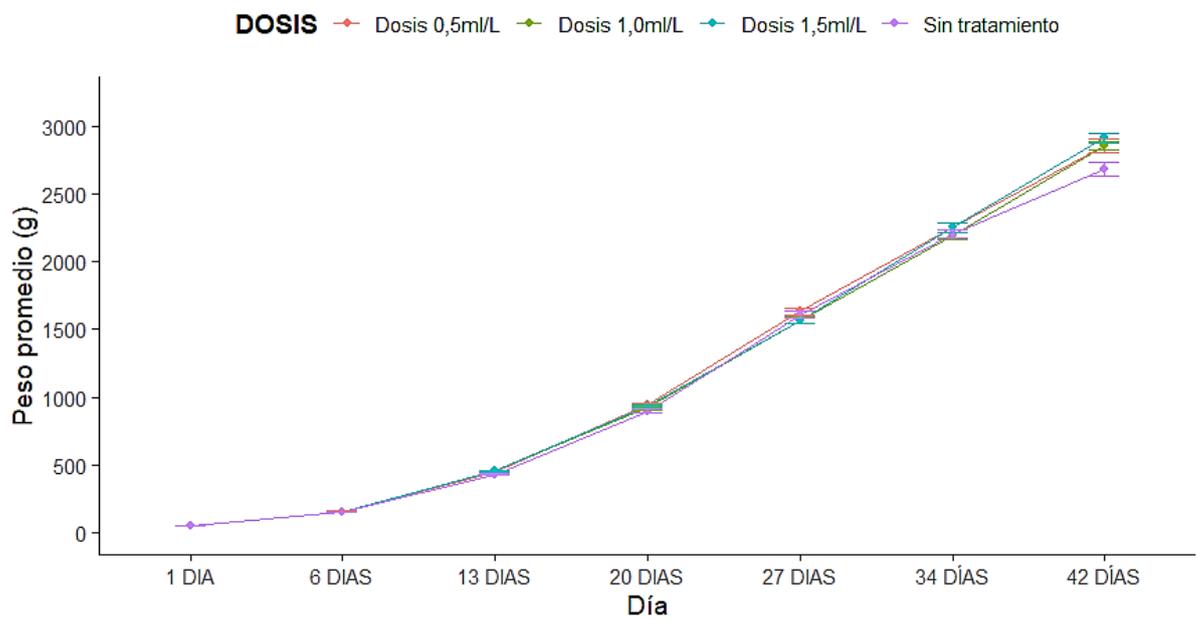


Figura 6. Evolución del peso promedio de los pollos de engorde durante el ciclo productivo

Realizado por: Quezada, N., 2025

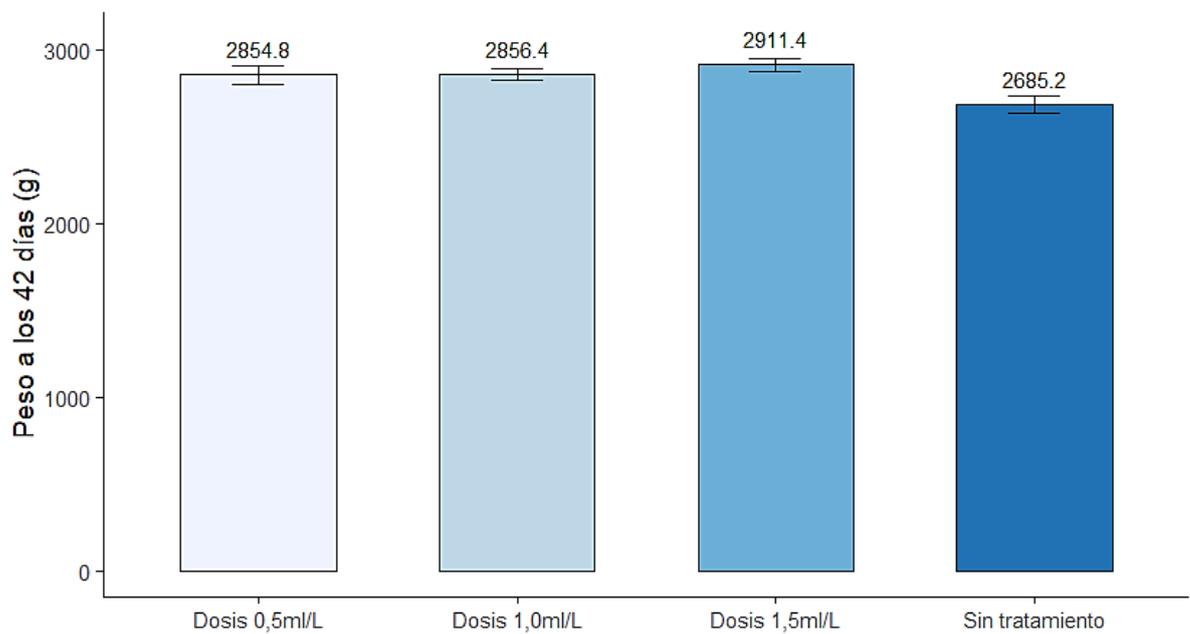


Figura 7. Peso final promedio a los 42 días según tratamiento con hidrolato de *Plectranthus amboinicus*

Realizado por: Quezada, N., 2025

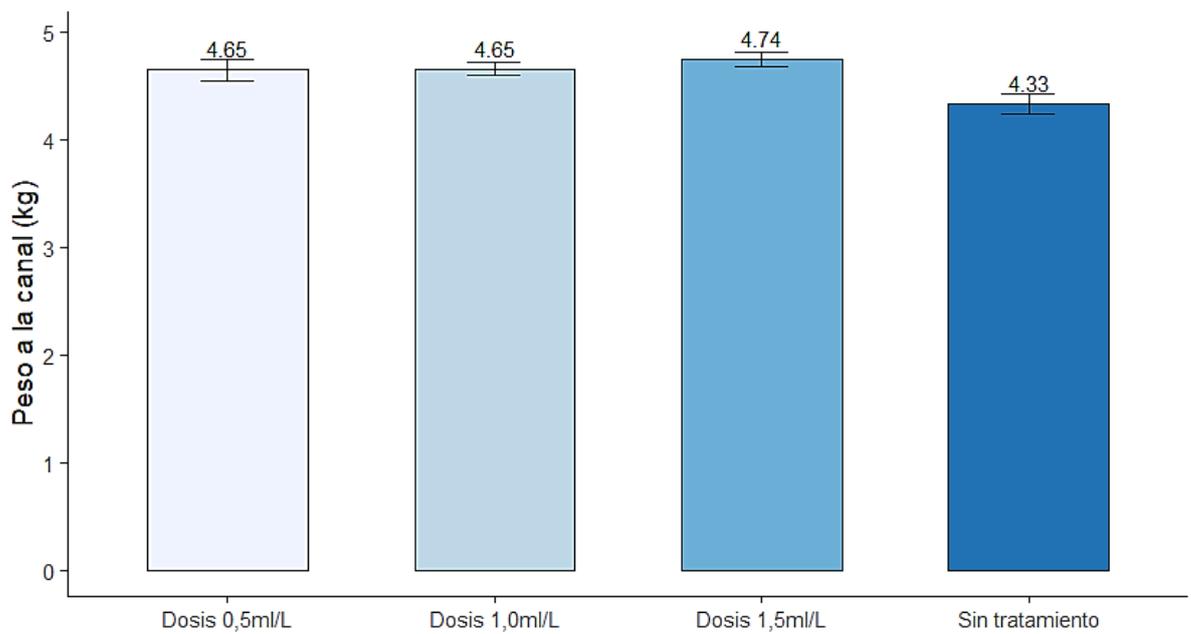


Figura 8. Peso promedio a la canal (kg) al día 42 en pollos de engorde suplementados con hidrolato de *Plectranthus amboinicus*

Realizado por: Quezada, N., 2025

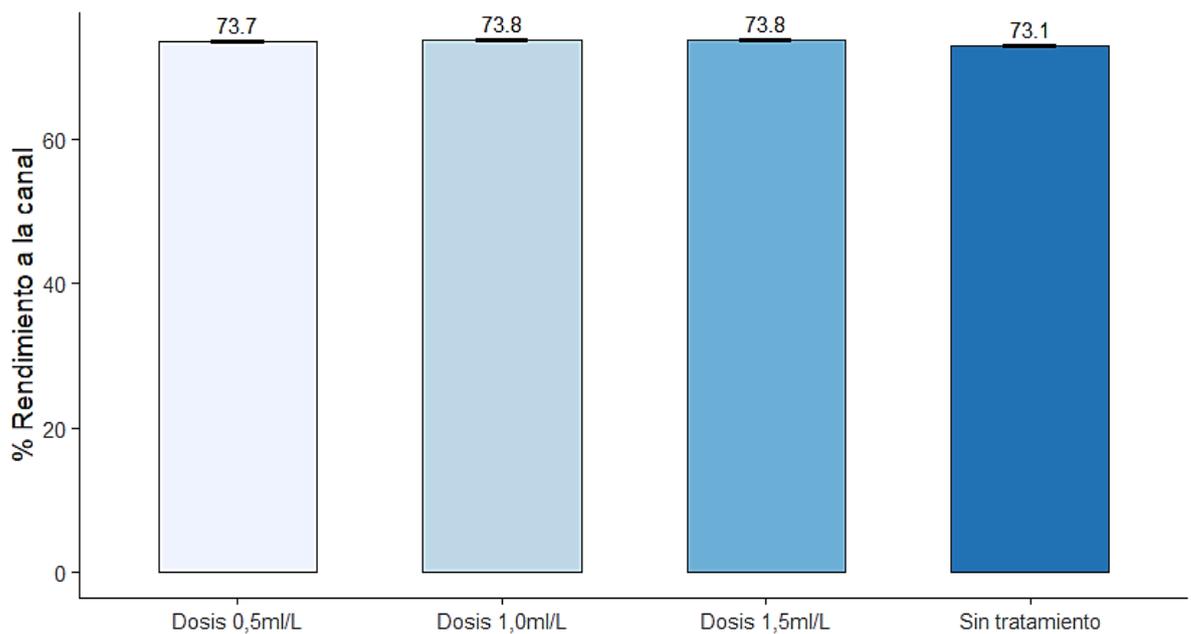


Figura 9. Porcentaje de rendimiento a la canal en pollos de engorde suplementados con hidrolato de *Plectranthus amboinicus*

Realizado por: Quezada, N., 2025

4.3. Análisis económico de la suplementación con *Plectranthus amboinicus*

El análisis beneficio/costo (B/C) constituye una herramienta fundamental para evaluar la viabilidad económica de nuevas tecnologías aplicadas en sistemas de producción animal. En el presente estudio, se aplicó esta metodología para determinar la rentabilidad de la suplementación con hidrolatos de *Plectranthus amboinicus* en dietas de pollos de engorde, mediante la comparación entre los ingresos generados y los costos totales asociados a cada tratamiento.

Para ello, se desglosaron los costos en categorías específicas tales como la adquisición de pollitos de un día, el consumo de balanceado por fases (inicial, crecimiento, engorde y finalización), medicamentos, vacunas, mano de obra directa, servicios básicos y la suplementación con hidrolato. El costo total de producción para los cuatro tratamientos fue de \$829,50, lo que equivale a un costo promedio de \$207,38 por grupo experimental.

Tabla 10. Costos desglosados por tratamiento

| Categoría | Cantidad | Precio unitario (usd) | Precio total (usd) | Costo por tratamiento (usd) |
|---------------------------------------|----------|-----------------------|--------------------|-----------------------------|
| Pollitos de un día | 160 | \$ 0,80 | \$ 128,00 | \$ 32,00 |
| Balanceado inicial | 2 | \$ 32,50 | \$ 65,00 | \$ 16,25 |
| Balanceado crecimiento | 3 | \$ 44,25 | \$ 132,75 | \$ 33,19 |
| Balanceado engorde | 6,5 | \$ 29,50 | \$ 191,75 | \$ 47,94 |
| Balanceado finalizador | 4 | \$ 29,38 | \$ 117,50 | \$ 29,38 |
| Medicamentos y vacunas | 2 | \$ 6,50 | \$ 13,00 | \$ 3,25 |
| Manejo sanitario | 1 | \$ 10,00 | \$ 10,00 | \$ 2,50 |
| Mano de obra directa | 1 | \$ 100,00 | \$ 100,00 | \$ 25,00 |
| Transporte | 1 | \$ 45,00 | \$ 45,00 | \$ 11,25 |
| Orégano | 1 | \$ 5,00 | \$ 5,00 | \$ 1,25 |
| Agua | 1 | \$ 3,50 | \$ 3,50 | \$ 0,88 |
| Energía eléctrica | 1 | \$ 8,00 | \$ 8,00 | \$ 2,00 |
| Camas viruta | 1 | \$ 10,00 | \$ 10,00 | \$ 2,50 |
| Total, general | | | | \$ 829,50 |
| Costo promedio por tratamiento | | | | \$ 207,38 |

Realizado por: Quezada, N., 2025

En cuanto a los ingresos, se calcularon a partir del número de aves vendidas por tratamiento (40 aves en cada grupo), considerando el peso promedio a la canal y el precio de mercado por pollo. Los tratamientos con hidrolato de *P. amboinicus* mostraron mayores ingresos en comparación con el grupo sin suplementación. Específicamente, el

tratamiento con una dosis de 1,5 ml/L alcanzó un ingreso total de \$227,62, seguido por 0,5 ml/L (\$224,58) y 1,0 ml/L (\$223,37), mientras que el grupo testigo registró un ingreso de \$208,01.

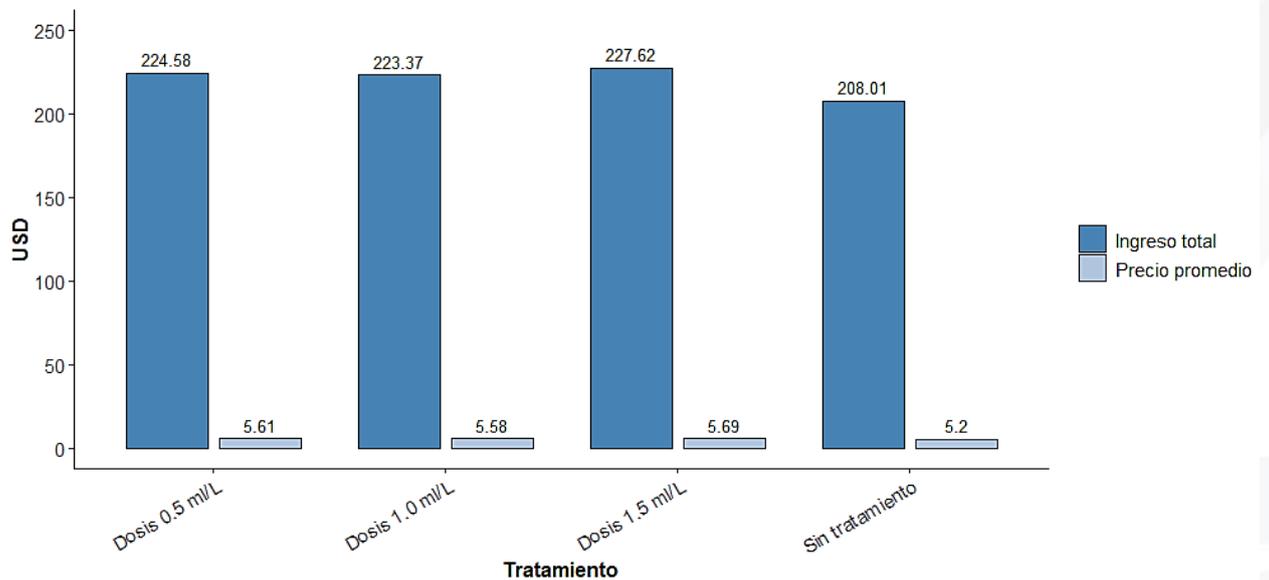


Figura 10. Ingresos por tratamientos
Realizado por: Quezada, N., 2025

La relación B/C calculada para cada tratamiento permitió establecer que todos los grupos suplementados presentaron valores superiores a 1, lo que evidencia una rentabilidad positiva. El tratamiento con 1,5 ml/L obtuvo la mejor relación B/C (1,10), superando al grupo testigo (1,00) y a los tratamientos con 0,5 ml/L y 1,0 ml/L (ambos con 1,08). Estos resultados sugieren que el uso de hidrolatos de *P. amboinicus*, además de no incrementar significativamente los costos, contribuye a mejorar los ingresos y por tanto la rentabilidad del sistema productivo.

En consecuencia, la inclusión de esta planta como aditivo natural representa una alternativa económicamente viable y sostenible para pequeños y medianos productores avícolas, alineándose con las tendencias actuales en el uso de fitobióticos para mejorar el rendimiento productivo sin el uso de antibióticos promotores de crecimiento

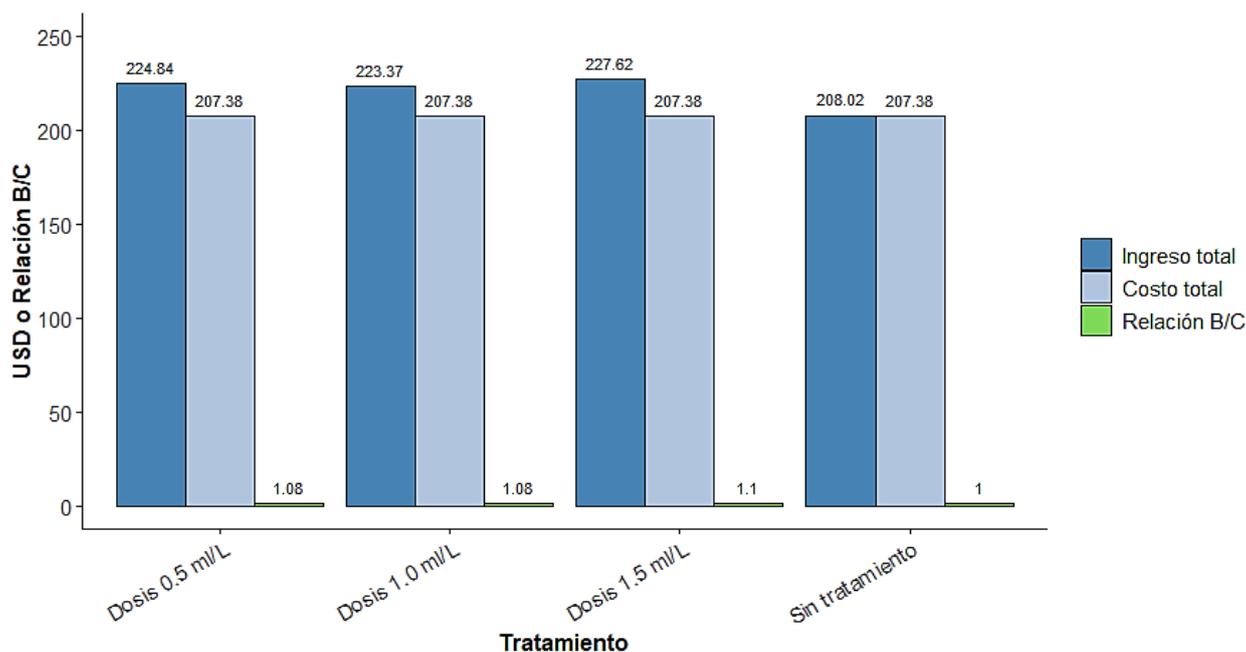


Figura 11. Análisis beneficio/costo (B/C)

Realizado por: Quezada, N., 2025

Con base en los resultados obtenidos, se procede a contrastar las hipótesis planteadas. La hipótesis nula (H_0) establecía que la inclusión de hidrolatos de *Plectranthus amboinicus* en las dietas de pollos Cobb 500 no produciría efectos significativos sobre los parámetros zootécnicos ni sobre la viabilidad económica de la producción avícola. Por el contrario, la hipótesis alternativa (H_1) planteaba que el uso del hidrolato sí generaría efectos positivos y significativos en dichas variables.

Los análisis estadísticos evidenciaron que la suplementación con hidrolato, particularmente en la dosis de 1,5 ml/L, produjo mejoras significativas ($p < 0,05$) en parámetros como ganancia de peso, peso final y rendimiento a la canal, en comparación con el grupo testigo. Asimismo, el análisis beneficio/costo (B/C) mostró una mayor rentabilidad en este mismo tratamiento ($B/C > 1$).

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), confirmando que la inclusión de hidrolatos de *P. amboinicus* ejerce un efecto significativo y positivo sobre el rendimiento productivo y la eficiencia económica de los pollos de engorde

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Los resultados obtenidos confirman que el uso de hidrolatos de *Plectranthus amboinicus* no interfiere con el patrón de consumo alimenticio en pollos de engorde, lo cual es clave para garantizar un desarrollo sin restricciones nutricionales. Aunque no se observaron diferencias significativas en la ingesta, sí se evidenció una tendencia favorable en el desempeño productivo de las aves tratadas, especialmente en la ganancia de peso y el rendimiento a la canal. Estos hallazgos permiten considerar al hidrolato como un insumo natural con efecto positivo sobre la eficiencia productiva, sin comprometer el comportamiento alimentario.

El presente estudio permitió caracterizar la composición bromatológica de *Plectranthus amboinicus*, evidenciando su potencial como aditivo funcional en dietas para pollos de engorde. El elevado contenido de humedad (94,10 %), asociado a la morfología succulenta de sus hojas, y la alta concentración de cenizas (22,98 %), reflejo de su riqueza mineral, destacan su valor nutricional. Aunque el bajo contenido de extracto etéreo (2,30 %) indica una limitada aportación lipídica, la presencia de compuestos bioactivos como carvacrol y timol le confiere propiedades antimicrobianas y antioxidantes relevantes.

La proteína bruta (8,46 %) fue adecuada para su inclusión en dietas avícolas, a pesar de situarse ligeramente por debajo de lo reportado en otras investigaciones. Asimismo, el contenido de extracto libre de nitrógeno (43,81 %) reveló una importante proporción de carbohidratos solubles, contribuyendo al aporte energético del insumo vegetal. Estos hallazgos respaldan el uso de *P. amboinicus* como una alternativa vegetal funcional viable en la producción avícola, con potencial para mejorar la eficiencia alimentaria en sistemas sostenibles.

Desde una perspectiva económica, la suplementación con hidrolato de *Plectranthus amboinicus* no representó un incremento significativo en los costos de producción; por el contrario, se evidenció una mejora en los ingresos netos por tratamiento. En particular, la dosis de 1,5 ml/L registró la mayor relación beneficio/costo (1,10), superando tanto al grupo control (1,00) como a las dosis de 0,5 y 1,0 ml/L (ambas con 1,08). Estos resultados reflejan una rentabilidad sostenida y superior, lo que respalda el uso de *P. amboinicus* como una alternativa económica viable y funcional en sistemas de producción avícola.

Además, su incorporación en las dietas contribuye al fortalecimiento de modelos agropecuarios más sostenibles y resilientes.

5.2. Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se proponen las siguientes recomendaciones para la consolidación de la utilización de *Plectranthus amboinicus* como aditivo funcional en la producción avícola;

Con base en los beneficios observados, se recomienda implementar el hidrolato *Plectranthus amboinicus* como parte de las estrategias de alimentación en pollos de engorde, priorizando la dosis de 1,5 ml/L para su mejor comportamiento zootécnico. Sin embargo, a fin de fortalecer su aplicación práctica, se sugiere que las evaluaciones se extiendan a otras variables productivas y sanitarias, y validar su efecto en condiciones de campo en sistemas comerciales reales, teniendo en cuenta aspectos como la interacción con otras prácticas de gestión y su aceptabilidad por los productores.

Se sugiere considerar al *P. amboinicus* como un suplemento vegetal con potencial funcional en dietas de aves de corral, dada su riqueza mineral, contribución energética y presencia de compuestos bioactivos. Sin embargo, se recomienda que en nuevos estudios se evalúe la estabilidad fisicoquímica de estos compuestos durante el almacenamiento y el procesamiento de hidrolatos para asegurar su eficacia a largo plazo.

Es necesario replicar los ensayos en condiciones de producción comercial y a mayor escala, con el fin de validar los efectos zootécnicos y económicos observados en este estudio. Particularmente, la dosis de 1,5 ml/L se perfila como la más eficiente en términos de ganancia de peso y rentabilidad, por lo que se recomienda su priorización en futuras pruebas de campo.

Considerando el desempeño del hidrolato de *P. amboinicus* como alternativa fitobiótica, se sugiere su inclusión en estrategias orientadas a reducir o sustituir el uso de antibióticos promotores de crecimiento en sistemas intensivos. Esta medida contribuiría a una producción avícola más sostenible, responsable y alineada con las regulaciones y demandas de los mercados emergentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Apaéstegui, R., Pineda, C., & Chuquiyaui, M. (2017). Orégano (*Origanum vulgare* L) en los parámetros productivos de pollos de engorde. *Investigación Valdizana*, 11(2), 85-93. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/5860/586077207004.pdf>
- Arcila, C., Loarca, G., Lecona, S., & González, E. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1). Obtenido de https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100015
- Arumugam, G., Sinniah, U., Swamy, M., & Lynch, P. (2020). Micropropagation and essential oil characterization of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Sprengel, an aromatic medicinal plant. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Pla*, 56, 491-503. doi:10.1007/s11627-020-10056-1
- Ashaari, N., Mohamad, N., Afzinizam, A., Ab. Rahim, M.-H., Lai, K., & Ong Abdullah, J. (2021). Chemical Composition of Hexane-Extracted *Plectranthus amboinicus* Leaf Essential Oil: Maximizing Contents on Harvested Plant Materials. *Appl. Sci*, 11. doi:10.3390/app112210838
- Baycheva, S., & Dobрева, K. (2021). Chemical composition of Bulgarian white oregano (*Origanum heracleoticum* L.) essential oils. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1031. doi:10.1088/1757-899X/1031/1/012107
- Blacio, S. A. (2025). Comparative study of the chemical composition of the essential oil of *Plectranthus amboinicus* from different sectors of southern Ecuador. *Horticulturae*. 11(2), 173. DOI:10.3390/horticulturae11020173.
- Campozano-Marcillo, G., Antonio-Hurtado, E., Bravo-Loor, J., Bulnes-Goicochea, C., Bazurto-Vera, V., & Solórzano-Macías, C. (2021). Morfometría duodenal en pollos Cobb 500 suplementados con aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Per*, 6, 32. doi:10.15381/rivep.v32i6.19924
- Cuevas, M., Flores, H., Mancilla, N., Padilla de la Rosa, J., López Muraira, I., & Gómez, J. (2025). Kinetic evaluation of ultrasound and microwave pretreatments for flavonoids extraction from Mexican oregano. *Biotecnia*. doi:10.18633/biotecnia.v27.2266

- Curbelo, C., Acosta, A., Rodríguez, C., & Menéndez, R. (2022). Efecto de aceites esenciales y ácidos orgánicos en el rendimiento productivo de pollos de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Pe*, 33(1), 55-64.
- De los Santos, L., & González, A. (2023). Evaluación de combinaciones fitobióticas como promotores de crecimiento alternativos en aves. *Investigaciones Jóvenes*, 10(2), 120-130. Obtenido de <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/15477/14673>
- Ekezie, F. C. (2021). Nutritional and phytochemical composition of *Plectranthus amboinicus* leaf extracts and their antibacterial properties. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 9(3), 23–28. <https://doi.org/10.7324/JABB.2021.9304>.
- El Fawal, G., & Abu-Serie, M. (2022). Bioactive properties of nanofibers based on poly (vinylidene fluoride) loaded with oregano essential oil: Fabrication, characterization and biological evaluation . *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 69. doi:10.1016/j.jddst.2022.103133
- García, E., Castro, F., Guitiérrez, A., & García, S. (2012). Revisión de la producción, composición fitoquímica y propiedades nutraceuticas del orégano mexicano*. *Rev. Mex. Cienc. Agríc*, 13(2).
- García, M., Lucas, D., & Campozano, G. (2024). Adición de *Origanum vulgare* en la alimentación de pollos de engorde. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(2), 175-183. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/379087274_Adicion_de_organum_vulgare_en_la_alimentacion_de_pollos_de_engorde/fulltext/65fae6f0a4857c79626534e4/Adicion-de-organum-vulgare-en-la-alimentacion-de-pollos-de-engorde.pdf?origin=publication_detail&_tp=
- Gundu, S. (2020). A brief review of recent nanotechnological and pharmacological potentials with special reference to *Plectranthus amboinicus*. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. doi:10.21275/SR201204002844
- Hussain, N. A. (2023). Proximate composition and antioxidant potential of *Plectranthus amboinicus* cultivated under tropical climate. . *Malaysian Journal of Science*, 42(1), 45–52. <https://doi.org/10.17576/mjs-2023-4201-06>.
- International, A. (2016). Official Methods of Analysis of AOAC International (20th ed., Rev. 2016). *AOAC International. Método 984.13*.

- Kadiasi, N., Tako, R., Ibraliu, A., Stanys, V., & Gruda, N. (2024). Principal component and hierarchical cluster analysis of major compound variation in essential oil among some red oregano genotypes in Albania. *Agronomy*. doi:10.3390/agronomy14071419
- Kosakowska, O., Węglarz, Z., Pióro-Jabrucka, E., Przybył, J., Kraśniewska, K., Gniewosz, M., & Bączek, K. (2021). Antioxidant and antibacterial activity of essential oils and hydroethanolic extracts of Greek oregano (*O. vulgare* subsp. *hirtum*) and common oregano (*O. vulgare* subsp. *vulgare*). *Molecules*, 26(4), 988. doi:10.3390/molecules26040988
- Lema, Q. (2021). *Estudio del potencial productivo de pollos broilers COBB 500 en las diferentes regiones agroecológicas del Ecuador*. Obtenido de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo : <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15619>
- Leyva-López, N., Gutiérrez-Grijalva, E., Heredia, J., Ramos-Payan, R., Contreras-Angulo, L., Gonzalez-Galaviz, J., & Rodriguez-Anaya, L. (2022). Antioxidant potential, cytokines regulation, and inflammation-related genes expression of phenolic extracts from Mexican oregano. *Journal of food biochemistry*, 46(12). Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfbc.14440>
- Maradiaga, B., & Yanchapaxi, R. J. (2021). *Efecto de la densidad y la zeolita en la productividad y características de los pollos de engorde*. Obtenido de Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/7100/1/CPA-2021-T065.pdf>
- Marcharla, E., Selvan, B., Ameen, F., Chauhan, S., Vishnuprasadh, A., Ramesh, M., & Sundaram, T. (2025). Biological properties and anti-cancer potential of nano-formulated rosemary and oregano essential oils against AGS cell line. *Food Bioscience*, 64. doi:10.1016/j.fbio.2025.105866
- Marín, R., Ortega, A., Esteban, M., Silva, O., Barragan, L., Valenzuela, L., . . . Navarrete, C. (2023). Antioxidant and antibacterial activity of Mexican oregano essential oil. *Molecules*, 28. doi:10.3390/molecules28186547
- Martín, A. A.-N. (2021). The effect of oregano essential oil could be replicated by mixing the pure compounds that are part of the natural formula. *Jornadas sobre Producción Animal*. Obtenido de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20210409169>

- Mendonça, L., & Zambelli, R. (2022). Health-promoting properties of *Plectranthus amboinicus*: a comprehensive review. *Journal of Nutraceuticals and Health*, 1(1), 17-21. doi:0.61577/jnh.2023.10000
- Miranda, C., & Portillo, N. (2021). *fecto de la relación de arginina y lisina en el desempeño productivo y características de la canal de los pollos de engorde*. Obtenido de Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/7112/1/CPA-2021-T075.pdf>
- Morais, B., Wilches, D., & Andrade, M. (2022). Alternatives to antimicrobial growth promoters in poultry production. *Animal*, 12(17), 2178. doi:10.3390/ani12172178
- Morais, B., Wilches, D., & Andrade, M. (2022). Alternatives to antimicrobial growth promoters in poultry production. *Animals*, 12(187), 2178. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2076-2615/12/17/2178>
- Napoli, E., Giovino, A., Carrubba, A., How, V., Rinoldo, C., Nina, O., & Ruberto, G. (2020). Variations of essential oil constituents in oregano over cultivation cycles. *Plants*, 9(9). doi:10.3390/plants9091174
- Pontes-Quero, G., Esteban-Rubio, S., Pérez Cano, J., Aguilar, M., & Vázquez-Lasa, B. (2021). Oregano essential oil micro-and nanoencapsulation with bioactive properties for biotechnological and biomedical applications. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnolog*, 9. doi:Frontiers in Bioengineering and Biotechnolog
- Pujada Abad, H., Vega-Vilca, J., Velásquez Vergara, C., & Palacios-Rodríguez, B. (2019). Niveles de orégano (*Origanum vulgare*) en la dieta y su influencia en el rendimiento productivo del pollo de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(3), 1077-1082. doi:10.15381/rivep.v30i3.16599
- Rahman, M. A. (2021). Effects of oregano essential oil supplementation in drinking water on performance and carcass traits of broiler chickens. . *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 16(2), 80–86. <https://doi.org/10.3923/ajava.2021.80.86>.
- Ramirez Taipe, Y. (2021). *Evaluación del cambio de reproductores (intraspiking) en reproductores Cobb de 50 semanas sobre los índices reproductivo*. Obtenido de UNICA : <https://repositorio.unica.edu.pe/items/5928e250-1f04-4c7e-b268-04088ee60e3b>

- Rostro-Alanís, M., Báez-González, J., Torres-Alvarez, C., Parra-Saldívar, R., Rodríguez-Rodríguez, J., & Castillo, S. (2019). Chemical composition and biological activities of oregano essential oil and its fractions obtained by vacuum distillation. *Molecules*, 24(10). doi:10.3390/molecules24101904
- Sahu, D., Bolleddu, R., Das, M., Das, D., Mandal, T., Debnath, S., . . . Prasad, P. (2022). Pharmacognostical and Phytochemical Studies of Leaves of *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng.(Parnayavani). *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 15(2). doi:10.52711/0974-360x.2022.00119
- Saki, A. A. (2023). Growth performance and feed efficiency in broilers: A physiological approach to energy requirements during production phases. . *Poultry Science Journal*, 11(1), 45–55. <https://doi.org/10.22069/psj.2023.20345.1883>.
- Sallehuddin, M. N. (2022). Moisture and mineral profiles of *Plectranthus amboinicus* cultivated under tropical environments. *Journal of Tropical Plant Nutrition*, 3(2), 99–106. <https://doi.org/10.32890/jtpn.3.2.2022.102>.
- Sánchez Quinche, A. R., Quevedo Guerrero, J., Paladines, J., & Pérez Baena, I. (2021). *Efecto de la infusión de Mentha spicata L. en el rendimiento y las características organolépticas de canales de pollos de engorde Cobb 50*. Obtenido de <https://agris.fao.org/search/en/providers/123836/records/6622832ad3a67e3364422f69>
- Shah, M. A. (2022). Effect of herbal feed additives on growth performance and feed intake in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.*, 106(4), 800–808. <https://doi.org/10.1111/jpn.13649>.
- Singh, S. L. (2023). *Plectranthus amboinicus* pharmacological activity and phytochemical composition: a comprehensive review. *International Journal of Novel Research and Development*, 8(12), D255–D262.
- Toso, F., Mestorino, N., & Ardoino, S. (2023). Aceites esenciales como alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde. *Investigación Joven*, 10(3), 444-445. Obtenido de <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/15477>
- Ullah, R., Naz, S., Raziq, F., Qudratullah, Q., Ahmad, N., & Laudadio, V. (2022). Prospects of organic acids as safe alternative to antibiotics in broiler chickens diet. *Environmental Science and Pollution Research*, 32-3260. doi:10.1007/s11356-022-19241-8

Yusni, Y., Tanjung, M., & Ramadhan, D. (2021). Sustitución de antibióticos en pollos de engorde con promotores de crecimiento naturales. *Livestock Research for Rural Developmenyy*, 33(4). Obtenido de http://lrrd.cipav.org.co/lrrd33/4/3349yus_ar.html

ANEXOS

ANEXO A: Preparación de muestras de orégano en condiciones de laboratorio



ANEXO B: Secado de muestras vegetales a temperatura controlada



ANEXO C: Extracción de compuestos volátiles de orégano por arrastre de vapor



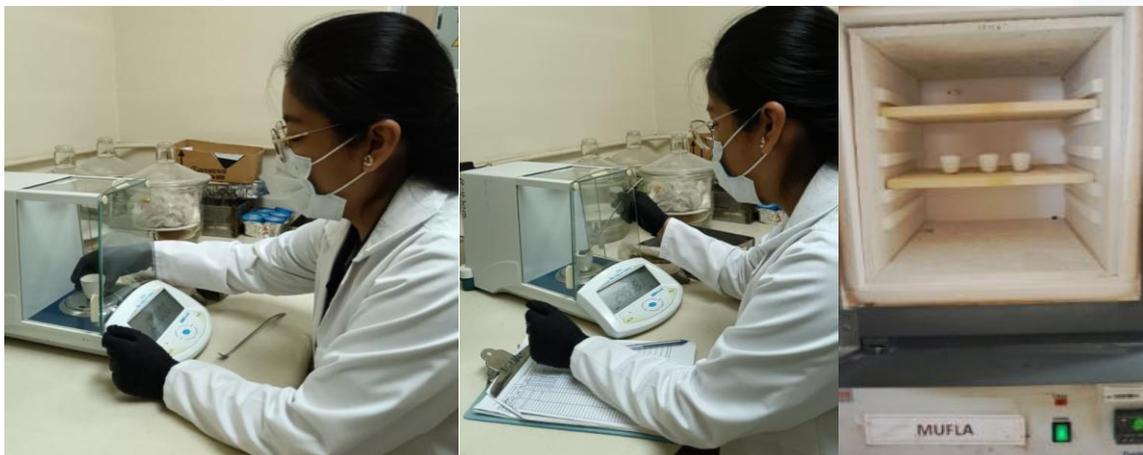
ANEXO D: Determinación del contenido de humedad mediante el método de peso seco



ANEXO E: Procedimiento de determinación de contenido graso



ANEXO F: Proceso de determinación de cenizas mediante calcinación en mufla



ANEXO G: Determinación del contenido proteico mediante el método Kjeldahl



ANEXO H: Determinación del contenido de fibra cruda



ANEXO I: Construcción y adecuación del galpón



ANEXO J: Recepción de pollitos



ANEXO K: Evaluación de ganancia de peso en pollos de engorde



ANEXO L: Secuencia de crecimiento y engorde de pollos Cobb 500



UNEMI
UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

¡Evolución académica!

@UNEMIEcuador

