



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

**ANÁLISIS DEL EXTRACTO DE BERRO (*Nasturtium officinale*) SOBRE EL
RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LA SALUD INTESTINAL EN POLLO
BROILER**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Médico Veterinario otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.

Autores:

Juan Carlos Chacha Rochina

Phander Sebastian Vistin Vistin

Tutor:

Dr. Rodrigo Guillín Núñez MSc.

Guaranda – Ecuador

2026

ANÁLISIS DEL EXTRACTO DE BERRO (*Nasturtium officinale*) SOBRE EL
RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LA SALUD INTESTINAL EN POLLO
BROILER

REVISADO Y APROBADO POR:



Dr. Rodrigo Guillín Núñez MSc.

TUTOR



Méd. Alejandra Barrionuevo Mayorga. Mg

PAR LECTOR



Dr. Danilo Yánez Silva MSc.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Phander Sebastian Vistin Vistin, con CI. 0605529098, y Juan Carlos Chacha Rochina, con CI. 0250060696, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con sus respectivos autores.

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Phander Sebastian Vistin Vistin

CI:0605529098



Juan Carlos Chacha Rochina

CI:0250060696



Dr. Rodrigo Guillín Núñez MSc.

TUTOR





Notaria Tercera del Cantón Guaranda
Abg. Livia Deli Lara Galarza
Notaria Suplente

ria...

N° ESCRITURA 20260201003P01063

DECLARACION JURAMENTADA

OTORGADA POR:

CHACHA ROCHINA JUAN CARLOS y VISTIN VISTIN PHANDER SEBASTIAN

INDETERMINADA DI: 2 COPIAS E.G.

Factura: 001-006- 000009279



En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día catorce de Abril del dos mil veintiseis, ante mí Abogada LIVIA LARA GALARZA, Notaría Pública Tercera Suplente del Cantón Guaranda, según acción de Personal número 382-DP02-2026-CJG, de fecha diez de abril del dos mil veintiséis, la misma que fue nombrada mediante resolución del Consejo de la Judicatura número 052-2018 de fecha veintiséis de abril del dos mil dieciocho, comparecen los señores **CHACHA ROCHINA JUAN CARLOS**, de estado civil soltero de ocupación estudiante, domiciliado en esta ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar, con celular número (0998874914), su correo electrónico es juancarloschacha0@gmail.com , y el señor **VISTIN VISTIN PHANDER SEBASTIAN** de estado civil soltero de ocupación estudiante, domiciliado en esta ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar, con celular número (0939702913), su correo electrónico es sebastianvistin2001@gmail.com por sus propios derechos, Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianos, mayores de edad, hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones a quien de conocerlos doy fe y en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; y en cumplimiento de la Ley Notarial, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (LOPD) y su Reglamento General (RLOPD), los datos personales proporcionados en este documento son autorizados por el compareciente al Notario para su uso, verificación, tratamiento y archivo, los cuales reposaran además en los libros de la Notaria Tercera del cantón Guaranda conforme lo prevé la Ley Notarial, bien instruido por mí la Notaria con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertido de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaramos lo siguiente manifestamos que el criterio e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **"ANÁLISIS DEL EXTRACTO DE BERRO (Nasturtium officinale) SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y LA SALUD INTESTINAL EN POLLO BROILER"** Es de mi nuestra responsabilidad en calidad de autores, previo a la obtención del título de Médicos Veterinarios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Estatal de Bolívar, Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la realizamos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que le fue al compareciente por mí la Notaria en unidad de acto, aquellos se ratifican y firman conmigo de todo lo cual doy Fe.

CHACHA ROCHINA JUAN CARLOS

C.C. 0250060696

ABG. LIVIA LARA GALARZA

NOTARIA PUBLICA TERCERA SUPLENTE DEL CANTON GUARANDA

VISTIN VISTIN PHANDER SEBASTIAN

C.C. 0605529098





TESIS-JUAN-SEBASTIAN

ID : 4639d682099c5db7b70360bfedb6f18aefcc9c60



2%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : TESIS-JUAN-SEBASTIAN.txt

Tamaño del archivo original : 2,34 MB

Número de palabras : 15.634

Número de caracteres : 113950

Depositante : DEYSI MARGOTH GUANGA CHUNATA

Fecha de depósito : 15 de abril de 2026

Tipo de carga : interface

fecha de fin de análisis : 15 de abril de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes

2%

Sintáctica 2% Semántica *No medido*

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

29%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos

9%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua. Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

2%

Fuentes de similitudes (sección 2/2)

Similitudes

2%













Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	 EVALUACIÓN DEL VINAGRE DE MANZA... #07ed45 Viene de de mi grupo	<1%	
3	 Documento de otro usuario #75badf Viene de de otro grupo	<1%	

Fuente con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
2	 repositorio.unal.edu.co repositorio.unal.edu.co/bitstream/unal/79797/2/1...	<1%	
4	 Documento de otro usuario #46acc5 Viene de de otro grupo	<1%	
5	 Aprovechamiento integral de la biomasa de la... doi.org/10.57786/nb3v-wn47	<1%	
6	 Documento de otro usuario #95ecc3 Viene de de otro grupo	<1%	
7	 doi.org doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n2	<1%	
8	 High amylose to amylopectin ratios in nitroge... pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37388164/	<1%	



N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
9	 5.3: Metabolismo del nitrógeno y ciclo de la... espanol.libretexts.org/Bookshelves/Salud/Ciencias...	<1%	
10	 doi.org doi.org/10.55180/aei.v1i2.706	<1%	
11	 Documento de otro usuario #63d9d8 Viene de de otro grupo	<1%	
12	 Actividad antiurólítica del extracto etanólico ... www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&p...	<1%	
13	 Documento de otro usuario #1f9819 Viene de de otro grupo	<1%	
14	 agrovet.umsa.bo agrovet.umsa.bo/	<1%	
15	 Documento de otro usuario #94440a Viene de de otro grupo	<1%	
16	 doi.org doi.org/10.2174/1874285801913010081	<1%	

Fuente mencionada (sin similitudes detectadas)

N°	Descripciones
1	 https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014
2	 https://doi.org/10.1016/j.phrs.2011.07.004
3	 https://doi.org/10.3390/life14091204
4	 https://doi.org/10.3390/molecules25225257
5	 https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00071



DEDICATORIA

Dedico este trabajo, en primer lugar, a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental de mi vida. Gracias por su amor incondicional, sus sacrificios silenciosos, sus consejos oportunos y por enseñarme que con esfuerzo, responsabilidad y fe todo es posible. Cada logro mío también es suyo.

A mi hermana y toda mi familia, que de una u otra manera estuvieron pendiente de mí, brindándome palabras de aliento, comprensión y motivación para seguir adelante hasta alcanzar esta meta.

A mis compañeros, con quienes compartí largas jornadas de estudio, aprendizajes, retos y experiencias que hicieron de este camino algo más llevadero y significativo. Su amistad y apoyo fueron clave para no rendirme.

Este logro no es solo mío, es de todos ustedes.

Phander Sebastian Vistin Vistin

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por regalarme la vida, por sostenerme en los momentos difíciles y por ser la luz que guía cada uno de mis pasos. Sin Su presencia, nada de esto habría sido posible.

A mis padres:

Sr. Antoni Segundo Chacha Milán

Sra. María Dolores Rochina Rea

Gracias por darme la vida y por entregarme su amor más puro y sincero.

Por cada sacrificio silencioso, cada consejo lleno de sabiduría y cada palabra de aliento que me sostuvo cuando quise rendirme. Ustedes han sido mi fuerza, mi ejemplo y mi mayor motivación. Todo lo que soy es gracias a ustedes.

A mi novia:

Jeniffer García

Gracias por llegar a mi vida y transformarla con amor.

Por creer en mí cuando ni yo mismo lo hacía, por caminar a mi lado en cada etapa de este proceso y por ser mi refugio en los momentos de cansancio y duda.

Por ser mi inspiración, mi paz y una parte fundamental de este logro.

Juan Carlos Chacha Rochina

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, por darme vida, salud, fortaleza y la sabiduría necesaria para culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional.

A mis padres y a mi familia, por su apoyo moral y emocional constante, por creer en mí incluso cuando el camino se tornó difícil, y por ser mi mayor motivación para seguir adelante.

Expreso mi sincero agradecimiento a mis docentes, quienes compartieron sus conocimientos, experiencia y orientación académica, contribuyendo de manera significativa a mi formación y al desarrollo de esta investigación.

A mis compañeros y amigos, por el apoyo, el compañerismo y por hacer de este proceso una experiencia de aprendizaje compartido.

Finalmente, a todas las personas que, directa o indirectamente, contribuyeron a la realización de esta tesis, mi más profundo agradecimiento.

Phander Sebastian Vistin Vistin

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a mi tutor de tesis, Dr. Rodrigo Guillín, por su orientación constante, dedicación, compromiso y valiosos aportes científicos durante el desarrollo de la presente investigación, los cuales fueron fundamentales para la culminación de este trabajo.

A los docentes de la carrera, por los conocimientos impartidos, el acompañamiento académico y la formación integral que contribuyeron de manera significativa a mi crecimiento profesional y personal.

Asimismo, agradezco a todas las personas e instituciones que colaboraron, de forma directa o indirecta, en la ejecución de este estudio, haciendo posible su desarrollo y culminación.

De manera especial, expreso mi gratitud a mi compañero de tesis, Sebastián Vistín, por el trabajo en equipo, la responsabilidad, la constancia y el compañerismo demostrados durante todo este proceso.

Finalmente, agradezco profundamente a mi familia, por el apoyo moral, emocional y la motivación constante brindados durante todo este proceso académico, siendo un pilar fundamental para no rendirme y seguir adelante.

Juan Carlos Chacha Rochina

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág.
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
1.4. HIPÓTESIS	6
CAPÍTULO II	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Producción avícola	7
2.2. Fisiología digestiva	9
2.3. Salud intestinal	12
2.4. Histología intestinal procesos y métodos	14
2.5. Evaluación histológica del intestino delgado	15
2.6. Marcadores bioquímicos de función hepática en avicultura	16
2.7. Fitoterapia	18
2.8. Berro (<i>Nasturtium officinale</i>)	19
2.9. Usos tradicionales del Berro	20
2.10. Componentes químicos	21
2.11. Efecto farmacológico del Berro	22
2.12. Otras propiedades farmacológicas	25
2.13. Preparación de extractos de berro	25
CAPÍTULO III	27
3. Marco metodológico	27
3.1. Ubicación y características de la investigación	27
□ Localización de la investigación	27
□ Situación geográfica y edafoclimática	27
□ Zona de vida.	27
3.2. Metodología	27
3.2.1. Material en estudio	27
3.2.2. Factores en estudio	27

3.2.3. Tratamientos	28
3.2.4. Descripción técnica del ensayo	28
3.2.5. Tipo de diseño experimental	28
3.2.6. Tipos de análisis	28
3.2.7. Métodos de evaluación y datos a tomarse	29
CAPÍTULO IV	32
4. RESULTADOS Y DISCUSION	32
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	32
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	47
CAPÍTULO V	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1. CONCLUSIONES	48
5.2. RECOMENDACIONES	49
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pág.
1.	Composición química del Berro	21
2.	Resultado de la prueba de Tukey para la variable Peso (g).	32
3.	Análisis de la Varianza (ADEVA) para el Peso Inicial.	33
4.	Análisis de la Varianza (ADEVA) para el Peso Final.	34
5.	Ganancia de peso semanal por tratamiento (T0, T1, T2).	35
6.	Ganancia de peso inicial (GP1) por tratamiento.	36
7.	Ganancia de peso final (GPF)	37
8.	Consumo de alimento total (g/Ave) por tratamiento.	39
9.	Conversión alimenticia por tratamiento.	40
10.	Mortalidad	42
11.	Evaluación hematológica	43
12.	Análisis de histología intestinal (morfometría de vellosidades y criptas	44
13.	Análisis de la relación Beneficio/Costo (B/C).	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pág.
1.	Peso semanal	32
2.	Peso inicial	33
3.	Peso final	34
4.	Ganancia de peso en general	36
5.	Ganancia peso inicial	37
6.	Ganancia de peso semana final	38
7.	Consumo de alimento total	39
8.	Conversión alimenticia	41
9.	Histología intestinal	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Detalle
1.	Mapa de ubicación de la investigación
2.	Croquis del ensayo
3.	Base de datos
4.	Fotografías.
5.	Exámenes de laboratorio
6.	Glosario de términos técnicos

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en Parroquia San Simón del Guaranda, Provincia de Bolívar, a 2600 msnm, con el objetivo de evaluar el extracto de berro (*Nasturtium officinale*) como suplemento en pollos Ross 308. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 225 aves distribuidas en tres tratamientos: T0 (control), T1 (2% de extracto) y T2 (5% de extracto), con 5 repeticiones de 15 animales cada una. Las variables evaluadas incluyeron el rendimiento productivo, salud hepática (AST/ALT), histología intestinal y rentabilidad económica. Los resultados demuestran que la suplementación influyó positivamente en el desarrollo de las aves. Aunque el peso inicial fue homogéneo ($P>0,05$), al finalizar la sexta semana se registraron diferencias altamente significativas. El T2 alcanzó el mayor peso final con 3042,61 g, superando ampliamente al control (2214,58 g). Esta superioridad productiva se correlaciona con una eficiencia alimenticia óptima, donde el T2 obtuvo la conversión más baja (1,21), indicando un mejor aprovechamiento del balanceado. En el aspecto fisiológico, la salud intestinal fue notablemente potenciada por el extracto. El análisis histológico del T2 reveló un área de vellosidades de 1627,20 μm^2 y criptas más profundas (129,9 μm), estructuras que maximizan la absorción de nutrientes. Simultáneamente, los parámetros bioquímicos (AST y ALT) se mantuvieron dentro de los rangos normales, confirmando la inocuidad del extracto y una función hepática saludable. La mortalidad total fue mínima (1,33%), asociada principalmente a factores de adaptación inicial y no a la dieta. El beneficio/costo (1,13) de T2, demostró que la inversión en el suplemento al 5% genera la mayor rentabilidad neta. En conclusión, se rechaza la hipótesis nula, confirmando que el extracto de berro mejora integralmente el rendimiento productivo y la salud intestinal en pollos de engorde

SUMMARY

The research was conducted in the San Simón parish of Guaranda, Bolívar Province, at an altitude of 2,600 meters above sea level, with the objective of evaluating watercress extract (*Nasturtium officinale*) as a dietary supplement in Ross 308 broiler chickens. A completely randomized block design (RCBD) was applied, involving 225 birds distributed among three treatments: T0 (control), T1 (2% extract), and T2 (5% extract), with five replicates of 15 birds each. The evaluated variables included productive performance, liver health (AST/ALT), intestinal histology, and economic profitability. The results demonstrate that supplementation positively influenced bird development. Although initial body weight was homogeneous ($P > 0.05$), highly significant differences were observed by the end of the sixth week. Treatment T2 achieved the highest final body weight (3,042.61 g), clearly surpassing the control group (2,214.58 g). This productive superiority was associated with optimal feed efficiency, as T2 showed the lowest feed conversion ratio (1.21), indicating improved utilization of the balanced feed. From a physiological standpoint, intestinal health was markedly enhanced by the extract. Histological analysis of T2 revealed a villus area of 1,627.20 μm^2 and deeper crypts (129.9 μm), structural features that maximize nutrient absorption. Simultaneously, biochemical parameters (AST and ALT) remained within normal ranges, confirming the safety of the extract and healthy liver function. Total mortality was minimal (1.33%) and was mainly associated with initial adaptation factors rather than dietary treatments. The benefit–cost ratio (1.13) obtained in T2 demonstrated that investment in the 5% supplement generates the highest net profitability. In conclusion, the null hypothesis is rejected, confirming that watercress extract comprehensively improves productive performance and intestinal health in broiler chickens.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La avicultura moderna se ha posicionado como una de las actividades pecuarias más dinámicas y estratégicas a nivel global, destacándose por su eficiencia en la conversión alimenticia, su rápido retorno productivo y su capacidad de generar proteína animal de alto valor biológico en cortos períodos de tiempo. Según datos recientes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la carne de ave representa más del 35 % del consumo total de carnes a nivel mundial, superando a la carne bovina y porcina, con una producción que supera los 130 millones de toneladas anuales. Estados Unidos, China y Brasil se encuentran entre los principales países productores, seguidos por economías emergentes de América Latina, cuya participación en el mercado avícola continúa en expansión (Franzini et al., 2022).

En el contexto del Ecuador, la avicultura constituye el principal pilar del sector pecuario, representando aproximadamente el 70 % de la producción nacional de carne, en el año 2023 se estimó la crianza de más de 250 millones de aves, lo que refleja una demanda creciente por parte del consumidor local, impulsada por el bajo costo, la disponibilidad constante y el favorable perfil nutricional de la carne de pollo, este auge en la producción, ha venido acompañado de nuevos desafíos relacionados con la sostenibilidad, el bienestar animal y, de manera particular, con la salud intestinal de las aves, un componente crítico en la eficiencia zootécnica (Zamora & Panchana, 2024).

El pollo de engorde, especie avícola de rápido crecimiento, ha sido objeto de selección intensiva para maximizar su rendimiento cárnico en el menor tiempo posible, esta intensificación ha generado condiciones predisponentes a desequilibrios digestivos, lo que históricamente motivó el uso extendido de antibióticos promotores del crecimiento como herramienta para mantener la eficiencia productiva y prevenir enfermedades entéricas. Sin embargo, la aparición de cepas bacterianas resistentes y la creciente preocupación por sus implicaciones en salud pública han llevado a restringir su uso en países (Souza et al., 2022).

La salud intestinal en aves se define como la interacción equilibrada entre la estructura del epitelio, la digestión y absorción de nutrientes, la inmunidad local y la estabilidad microbiana. El deterioro de cualquiera de estos componentes puede traducirse en deficiencias nutricionales, menor desempeño zootécnico y mayor susceptibilidad a infecciones (Sánchez et al., 2023).

Dentro de estas alternativas, el uso de extractos vegetales con propiedades bioactivas ha ganado protagonismo como estrategia fitoterapéutica en la nutrición animal. El berro (*Nasturtium officinale*), planta herbácea de crecimiento acuático perteneciente a la familia Brassicaceae, ha sido utilizado tradicionalmente en medicina popular por sus efectos antioxidantes, antiinflamatorios y antimicrobianos. Su perfil fitoquímico es rico en glucosinolatos, flavonoides, polifenoles, ácidos fenólicos y vitamina C, compuestos que han sido asociados con beneficios sobre la fisiología digestiva y la modulación del microbiota intestinal. A pesar de estos atributos, su aplicación como aditivo funcional en la alimentación de aves de engorde ha sido poco explorada, lo que resalta la necesidad de investigaciones experimentales que validen su eficacia en condiciones de producción comercial (Snafi, 2020).

1.2. PROBLEMA

La producción de pollos de engorde ha alcanzado niveles industriales altamente tecnificados, con ciclos productivos cada vez más cortos y demandas de eficiencia nutricional muy estrictas. Esta intensificación ha incrementado la incidencia de trastornos gastrointestinales, provocados principalmente por desequilibrios en la microbiota intestinal, inflamación crónica de bajo grado y una mayor susceptibilidad frente a patógenos entéricos. Dichas alteraciones comprometen la funcionalidad del epitelio intestinal, afectando la integridad de las uniones estrechas, lo que conduce a un aumento en la permeabilidad intestinal y a una respuesta inflamatoria exacerbada mediada por citocinas como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), la interleucina 6 (IL-6) y la interleucina 1 beta (IL-1 β). Todo ello genera consecuencias negativas sobre la absorción y aprovechamiento de nutrientes (Kogut & Arsenault, 2022).

Uno de los principales retos actuales en la avicultura es preservar la salud intestinal sin recurrir al uso de antibióticos promotores de crecimiento, cuya utilización ha sido restringida o prohibida en numerosos países debido a su implicación en la generación de resistencia antimicrobiana (Gadde et al., 2020). La eliminación de estos compuestos ha dejado un vacío en el control de la disbiosis intestinal, provocando un incremento en las tasas de morbilidad y mortalidad por enteritis, así como una mayor variabilidad en parámetros zootécnicos como el índice de conversión alimenticia y el peso final. En ausencia de estrategias naturales eficaces, los sistemas productivos enfrentan el desafío de mantener la eficiencia biológica y económica sin comprometer el bienestar animal ni la seguridad alimentaria (Kogut & Arsenault, 2022).

La integridad funcional del intestino es esencial para garantizar el rendimiento óptimo de los pollos de engorde. A nivel celular y molecular, se ha evidenciado que el estrés oxidativo generado por el metabolismo intensivo y el desafío microbiano puede inducir apoptosis en los enterocitos y alterar la expresión de proteínas estructurales como la claudina, la ocludina y la zonulina. Este deterioro epitelial no solo afecta la digestión y absorción, sino que también promueve la translocación bacteriana y la activación de vías inflamatorias como el factor nuclear kappa beta

(NF- κ B) y la proteína quinasa activada por mitógenos (MAPK), que perpetúan el daño tisular (Celi et al., 2021).

En este contexto, la búsqueda de aditivos funcionales con propiedades antioxidantes, inmunomoduladoras y antimicrobianas constituye una prioridad en la nutrición aviar contemporánea. Pese a la creciente evidencia sobre los efectos positivos de extractos vegetales en modelos experimentales, su aplicación práctica en avicultura aún es limitada y carece de validaciones experimentales suficientes. Entre los recursos fitoterapéuticos con potencial subutilizado se encuentra el berro (*Nasturtium officinale*), planta rica en compuestos fenólicos, glucosinolatos, flavonoides y vitamina C, los cuales podrían contribuir a regular el equilibrio microbiano, modular las respuestas inmunes locales y proteger frente al estrés oxidativo intestinal (González et al., 2021).

Sin embargo, la escasez de estudios in vivo en pollos de engorde limita su incorporación como estrategia funcional validada. Frente a este panorama, la presente investigación busca aportar evidencia científica sobre los efectos del extracto de *Nasturtium officinale* en el rendimiento productivo y en biomarcadores histomorfológicos intestinales, contribuyendo así al establecimiento de bases científicas para su uso racional como aditivo natural en nutrición aviar sostenible.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Analizar el efecto del extracto de Berro (*Nasturtium officinale*) sobre el rendimiento productivo y la salud intestinas en pollos Broiler.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el impacto productivo de la suplementación del extracto de Berro sobre la ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad de los pollos Broiler.
- Determinar las condiciones histológicas como parámetro de salud intestinal de los pollos Broiler en cada tratamiento establecido.
- Medir la concentración de ALT y AST como indicadores de la salud del sistema hepático en los tratamientos.
- Establecer el índice beneficio/costo de la suplementación del extracto de *Nasturtium officinale* en los tratamientos.

1.4. HIPÓTESIS

H₀: El extracto de Berro no influye en el rendimiento productivo y la salud intestinal en pollos Broiler.

H₁: El extracto de Berro influye en el rendimiento productivo y la salud intestinal en pollos Broiler.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Producción avícola

La avicultura mundial, particularmente la orientada a la producción de pollos Broiler, constituye uno de los pilares más dinámicos y estratégicos de la industria alimentaria moderna, esta categoría avícola ha desplazado progresivamente a otras especies productoras de carne, debido a su corto ciclo biológico, alta tasa de conversión alimenticia y capacidad para generar grandes volúmenes de proteína de alta calidad en un tiempo reducido (Moreno et al., 2021).

Según estimaciones recientes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción global de carne aviar supera los 130 millones de toneladas anuales, con una tendencia ascendente motivada por el crecimiento poblacional, el urbanismo y la modificación de los patrones dietéticos (FAO, 2025).

2.1.1. Países productores

Geográficamente, el liderazgo en producción de carne de pollo está concentrado en tres grandes bloques: América del Norte, Asia y América del Sur. Estados Unidos encabeza el ranking mundial, con una infraestructura avícola altamente tecnificada y orientada a la exportación. China, por su parte, mantiene un crecimiento constante basado en el consumo interno, mientras que Brasil se posiciona como uno de los mayores exportadores globales, aprovechando su ventaja en recursos agrícolas y clima favorable para la producción animal intensiva. A estos países se suman otros mercados emergentes como India, México, Rusia y Tailandia, que han incrementado su capacidad productiva como respuesta a la demanda interna y a la apertura comercial (Camacho et al., 2023).

2.1.2. Situación en Ecuador

En Ecuador, la avicultura de engorde representa el componente más significativo del sector pecuario, tanto por su volumen de producción como por su impacto económico y social. La actividad ha mostrado una tendencia de crecimiento

sostenido, con registros recientes que estiman una producción anual superior a los 250 millones de pollos Broiler, lo que se traduce en más de 490 mil toneladas de carne destinadas al consumo interno (Quishpe, 2021).

La distribución geográfica de las unidades productivas está concentrada principalmente en las regiones Costa y Sierra, donde las condiciones climáticas y de infraestructura han favorecido el establecimiento de sistemas de producción intensiva. Provincias como Guayas, Manabí, El Oro, Pichincha y Santo Domingo aglutinan más del 75 % de la actividad avícola nacional, en parte gracias a la disponibilidad de insumos, acceso a servicios técnicos y cercanía a los mercados de consumo (Paucar, 2022).

Desde una perspectiva económica, la avicultura aporta significativamente al producto interno bruto agropecuario y genera un importante volumen de empleo directo e indirecto a lo largo de su cadena de valor, que incluye desde la producción de insumos hasta la comercialización de carne procesada. Este dinamismo ha sido acompañado por una creciente preferencia del consumidor ecuatoriano hacia la carne de pollo, motivada por su menor costo comparativo frente a otras carnes, su alta disponibilidad y su valor nutricional (García & Maldonado, 2024).

A pesar de los avances alcanzados, el sector avícola ecuatoriano enfrenta importantes desafíos estructurales, entre ellos la alta dependencia de materias primas importadas como el maíz y la soya, que constituyen los principales insumos para la elaboración de alimentos balanceados. A esto se suman limitaciones en la tecnificación de granjas medianas y pequeñas, particularmente en aspectos de bioseguridad, manejo sanitario y control ambiental. Frente al incremento de la demanda de carne de pollo y a las exigencias de los mercados nacionales e internacionales, en temas de inocuidad, sostenibilidad y bienestar animal, se hace necesario fortalecer la competitividad y resiliencia del sistema productivo (García & Maldonado, 2024).

La digestibilidad intestinal en pollos de engorde es un factor determinante para alcanzar altos niveles de eficiencia productiva, pues influye directamente en la utilización de energía y nutrientes. Investigaciones recientes demuestran que la

morfología intestinal, la actividad enzimática y el equilibrio de la microbiota son variables críticas que modulan el aprovechamiento de la dieta. Por ejemplo, vellosidades intestinales más largas y criptas menos profundas se asocian con mayor absorción de aminoácidos y carbohidratos, mientras que la disbiosis puede reducir la eficiencia alimenticia y predisponer al ave a procesos inflamatorios subclínicos (Ravindran & Abdollahi, 2021).

En este contexto, el sector avícola ecuatoriano requiere implementar estrategias innovadoras que integren la nutrición de precisión y el uso de aditivos funcionales, como extractos vegetales, probióticos y prebióticos, que mejoren la digestibilidad intestinal y fortalezcan la respuesta inmune de los animales. Estas prácticas no solo contribuyen a mantener la eficiencia biológica y zootécnica, sino que también favorecen la sostenibilidad, al reducir el uso de antibióticos y mitigar el impacto ambiental asociado a la producción intensiva (Sánchez et al., 2023).

2.2. Fisiología digestiva

2.2.1. Anatomía funcional del sistema digestivo del pollo

El aparato digestivo de las aves domésticas, como el pollo de engorde, exhibe un diseño morfofuncional especializado que permite una rápida conversión del alimento en biomasa, lo que resulta indispensable en sistemas de producción intensiva, este sistema, compuesto por segmentos anatómicos bien diferenciados, cumple funciones sinérgicas relacionadas con la digestión mecánica y enzimática, la absorción selectiva de nutrientes y la defensa inmunológica frente a patógenos entéricos (Cedeño et al., 2024).

- **Cavidad Oral**

Aquí empieza el trayecto digestivo, donde la ausencia de dentición se compensa con una deglución eficiente facilitada por la acción de mucinas salivales, el alimento transita hacia el esófago y es temporalmente retenido en el buche.

- **Buche**

Hidratación del alimento y, en algunos casos, sufre una leve predigestión fermentativa, a continuación, ingresa al proventrículo.

- **Proventrículo**

Actúa como cámara secretora de enzimas proteolíticas y ácido clorhídrico, iniciando la degradación química de los macronutrientes (Flores et al., 2024).

- **Molleja o ventrículo muscular**

Representa el epicentro del procesamiento mecánico, al realizar contracciones potentes que pulverizan el contenido alimentario. Este paso es crucial para maximizar la superficie de contacto entre los nutrientes y las enzimas digestivas que actúan en los tramos posteriores (Llamuca et al., 2024).

- **Intestino delgado**

Está dividido en duodeno, yeyuno e íleon, el cual constituye la principal zona de absorción, en el duodeno, el quimo se encuentra con las secreciones pancreáticas y biliares, que permiten la emulsificación lipídica y la hidrólisis de proteínas y carbohidratos, el yeyuno e íleon, altamente vascularizados y revestidos por vellosidades intestinales, son los sitios donde se lleva a cabo la absorción de los productos de digestión mediante transporte activo y mecanismos transcelulares y paracelulares (Choi et al., 2023).

- **Intestino grueso y ciegos**

Los ciegos, estructuras pares ubicadas en la región ileocecal, cumplen funciones fermentativas de residuos fibrosos y modulan la composición de la microbiota. Aunque su rol en la digestión directa es limitado, estos segmentos contribuyen a la síntesis de compuestos bioactivos, como ácidos grasos de cadena corta, que favorecen la salud intestinal y la integridad epitelial. El intestino grueso, de trayecto breve, finaliza el proceso reabsorbiendo agua y minerales antes de la excreción cloacal (Ravindran & Abdollahi, 2021).

En términos inmunológicos, el sistema digestivo de las aves aloja una red compleja de tejido linfoide asociado a mucosas, incluyendo placas de Peyer y linfocitos intraepiteliales, esenciales para la vigilancia inmunitaria y la tolerancia oral. La arquitectura de la mucosa intestinal, está particularmente asociada por la longitud de las vellosidades, la profundidad de las criptas y su proporción, las cuales actúa como un biomarcador del estado funcional del enterocito (Ravindran & Abdollahi, 2021).

2.2.2. Dinámica de la digestión de nutriente en el pollo

La digestión y absorción de nutrientes en aves representa un proceso altamente coordinado que involucra mecanismos bioquímicos y fisiológicos finamente ajustados para transformar los componentes de la dieta en unidades metabólicamente útiles. En las aves, la eficiencia de este proceso es crítica, ya que determina directamente la velocidad de crecimiento, la conversión alimenticia y la expresión fenotípica de su potencial genético (Barszcz et al., 2024).

El proceso digestivo inicia con la hidrólisis enzimática progresiva de macromoléculas alimentarias, los carbohidratos son degradados principalmente por la acción de amilasas pancreáticas y disacaridasas del borde en cepillo, que descomponen almidones y oligosacáridos en monosacáridos absorbibles como glucosa, fructosa y galactosa, estas unidades son captadas por enterocitos mediante transportadores específicos como SGLT1 (sodio-glucosa cotransportador) y GLUT2, mediante mecanismos activos y facilitados dependientes del gradiente electroquímico (Kaewsatuan et al., 2023).

En cuanto a las proteínas, su catabolismo se inicia en el proventrículo con la activación de pepsinógeno a pepsina, y se completa en el intestino delgado con la acción de endopeptidasas y exopeptidasas pancreáticas. Los dipéptidos, tripéptidos y aminoácidos libres resultantes son absorbidos por transportadores específicos (como PEPT1 para péptidos pequeños y transportadores de aminoácidos neutros o básicos), atravesando la membrana apical del enterocito para su incorporación al torrente sanguíneo portal (Zhu et al., 2023).

Los lípidos, debido a su naturaleza hidrofóbica, requieren un procesamiento más complejo, la emulsificación por sales biliares forma micelas que permiten la acción de lipasas pancreáticas, responsables de liberar ácidos grasos y monoglicéridos, estos productos lipídicos, incorporados en estructuras micelares, difunden hacia la membrana del enterocito, donde son reesterificados en el retículo endoplasmático y empaquetados en quilomicrones para su transporte (Adjei et al., 2025).

La absorción de micronutrientes, como minerales y vitaminas, también obedece a mecanismos regulados. El calcio, por ejemplo, requiere la acción de la proteína transportadora calbindina y es dependiente de vitamina D3, mientras que el hierro se transporta por mecanismos específicos que incluyen la participación de proteínas como DMT1 (transportador de metales divalentes), las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) se absorben junto con los lípidos, mientras que las hidrosolubles utilizan sistemas de transporte activo o difusión facilitada (Nlebe et al., 2023).

Cabe destacar que la arquitectura y funcionalidad de la mucosa intestinal es fundamental para la eficiencia de estos procesos, alteraciones morfológicas, como el acortamiento de vellosidades o la hiperplasia de criptas, pueden reducir el área efectiva de absorción y alterar el metabolismo entérico. Asimismo, la integridad de las uniones estrechas entre enterocitos regula la permeabilidad intestinal, cuya disrupción puede inducir inflamación (Nlebe et al., 2023).

2.3. Salud intestinal

2.3.1. Concepto y relevancia en avicultura

La salud intestinal en aves de producción intensiva, particularmente en el pollo de engorde, se define como el equilibrio funcional, estructural, inmunológico y microbiológico del tracto gastrointestinal, condición indispensable para una óptima utilización de nutrientes y para el mantenimiento de una barrera defensiva frente a patógenos. Esta integridad multifactorial se ha convertido en un foco estratégico dentro de la producción avícola moderna, dadas sus implicaciones directas sobre el rendimiento productivo, la eficiencia alimenticia (Nlebe et al., 2023).

2.3.2. Morfología intestinal como indicador de salud

Desde una perspectiva estructural, la salud intestinal se expresa mediante una morfología adecuada del epitelio intestinal, caracterizada por vellosidades altas y criptas poco profundas, lo que maximiza la superficie de absorción. A nivel histológico, la proporción vellosidad/cripta, el número de células caliciformes y la organización del tejido linfoide asociado a mucosas, son parámetros comúnmente empleados como indicadores del intestino (Corrales et al., 2023).

2.3.3. Funcionalidad y microbiota intestinal

En el plano funcional, la salud intestinal está regulada por una red de mecanismos enzimáticos, inmunológicos y endocrinos que garantizan la digestión, absorción y transporte selectivo de nutrientes, al tiempo que modulan respuestas adaptativas frente a antígenos y toxinas, el equilibrio de la microbiota intestinal, que comprende una compleja comunidad de bacterias comensales y simbióticas, también cumple un rol fundamental (Saleh et al., 2023).

La disbiosis, es decir, la alteración del perfil microbiano, puede desencadenar la proliferación de patógenos entéricos, la producción de metabolitos nocivos y la activación desregulada de respuestas inmunes, condiciones que favorecen el desarrollo de enteritis subclínica, pérdida de peso y aumento en la conversión alimenticia (Abdel et al., 2022).

2.3.4. Biomarcadores de salud intestinal

Desde una visión bioquímica, la salud intestinal puede evaluarse mediante biomarcadores como la actividad de enzimas digestivas, la concentración de citocinas proinflamatorias (IL-1 β , TNF- α), los niveles de inmunoglobulina A secretora (sIgA), y la expresión de genes relacionados con la integridad epitelial (claudinas, ocludinas, zonulina). Además, parámetros como la producción de mucina, el número de linfocitos intraepiteliales y la concentración de ácidos grasos volátiles en el ciego ofrecen datos clave sobre la funcionalidad de la mucosa y la interacción con la microbiota (Dedousi et al., 2022).

2.4. Histología intestinal procesos y métodos

La histología intestinal constituye una herramienta fundamental para evaluar la integridad morfofuncional del epitelio digestivo de los pollos de engorde. A través de diversas técnicas de procesamiento y análisis microscópico, se pueden caracterizar parámetros estructurales que reflejan el estado de salud intestinal y su capacidad de absorción de nutrientes.

2.4.1. Procesamiento de muestras intestinales

El análisis histológico comienza con la obtención de segmentos específicos del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon), los cuales son fijados comúnmente en formol al 10% para preservar la arquitectura tisular. Posteriormente, las muestras son deshidratadas, embebidas en parafina y seccionadas en cortes delgados (3–5 μm), que se tiñen con hematoxilina-eosina (H&E) para la observación bajo microscopía óptica (Mthana & Mthiyane, 2024). En algunos casos se emplean tinciones especiales como el azul alciano para detectar mucina secretada por las células caliciformes, o inmunohistoquímica para identificar proteínas de uniones estrechas y marcadores inmunológicos (Yang et al., 2023).

2.4.2. Parámetros histomorfológicos

Los principales parámetros evaluados en la histomorfología intestinal de pollos broiler son:

- Altura de vellosidades: estructuras digitiformes que amplían la superficie de absorción; mayor altura indica mejor capacidad de captación de nutrientes.
- Profundidad de criptas: zonas de proliferación celular; una hiperplasia criptal puede reflejar un proceso regenerativo ante daño epitelial.
- Relación vellosidad/cripta: índice trófico que integra absorción y regeneración epitelial; valores altos se asocian con mejor eficiencia digestiva.
- Células caliciformes: responsables de la secreción de mucina; su número y distribución se relacionan con la protección de la mucosa frente a patógenos.

- Infiltrado inflamatorio: presencia de células inmunitarias en la lámina propia, indicador de procesos inflamatorios crónicos o agudos (Abdel et al., 2022).

2.4.3. Métodos de evaluación cuantitativa

La medición de estos parámetros se realiza con sistemas de captura de imágenes digitales acoplados al microscopio, que permiten cuantificar de manera objetiva la altura de vellosidades y la profundidad de criptas. El conteo de células caliciformes suele hacerse por número de células por unidad de longitud, mientras que la densidad de infiltrado inflamatorio puede evaluarse con escalas semi-cuantitativas (Ravindran & Abdollahi, 2021).

2.4.4. Aplicaciones en nutrición y salud intestinal

El estudio histológico intestinal es clave para interpretar el impacto de dietas, aditivos funcionales o condiciones de manejo sobre la salud intestinal. Por ejemplo, dietas con fitobióticos, prebióticos o probióticos suelen asociarse con vellosidades más largas y criptas menos profundas, lo que favorece la eficiencia alimenticia. Asimismo, el deterioro de la histología intestinal por enteritis, micotoxinas o dietas de baja calidad se refleja en atrofia de vellosidades y aumento del infiltrado inflamatorio (Yang et al., 2023).

2.5. Evaluación histológica del intestino delgado

2.5.1. Regiones intestinales y técnicas de análisis

Desde el punto de vista histomorfológico, las principales regiones del intestino delgado son duodeno, yeyuno e íleon, los cuales son examinadas mediante microscopía óptica tras la tinción de cortes transversales, comúnmente con hematoxilina-eosina. Los parámetros de interés incluyen la altura de vellosidades, profundidad de criptas, relación vellosidad/cripta, densidad de células caliciformes y presencia de infiltrado inflamatorio en la lámina propia. Estos indicadores reflejan el grado de madurez y funcionalidad del epitelio, así como su capacidad para resistir desafíos fisiológicos, microbianos o nutricionales (Mthana & Mthiyane, 2024).

2.5.2. Vellosidades y criptas intestinales

Las vellosidades intestinales, proyecciones digitiformes del epitelio mucoso, aumentan exponencialmente el área de absorción. Su elongación se asocia con una mejor captación de nutrientes, mientras que su atrofia indica alteraciones estructurales por daño epitelial, estrés oxidativo o infecciones. Las criptas, por otro lado, alojan células madre responsables de la renovación del epitelio, una hiperplasia criptal suele interpretarse como respuesta regenerativa ante daño tisular, el cociente entre la altura de vellosidades y la profundidad de criptas es, por tanto, un índice fiable del estado trófico intestinal (Rabindran & Abdollahi, 2021).

2.5.3. Células caliciformes y tejido linfoide asociado

La presencia y distribución de células caliciformes, productoras de mucina, también es relevante, ya que su función en la protección mecánica y antimicrobiana de la mucosa puede estar comprometida ante procesos de inflamación crónica. Además, el tejido linfoide asociado al intestino puede evaluarse mediante marcadores inmunohistoquímicos para identificar cambios en la respuesta inmunitaria local (Yang et al., 2023).

2.6. Marcadores bioquímicos de función hepática en avicultura

La evaluación bioquímica del hígado se ha convertido en una herramienta diagnóstica indispensable para el monitoreo de la salud fisiológica y la detección temprana de alteraciones metabólicas en aves de rápido crecimiento, como los pollos de engorde. Dado que el hígado participa en múltiples rutas metabólicas, su integridad funcional puede ser estimada mediante la medición sérica de enzimas específicas liberadas al torrente sanguíneo como consecuencia de lesiones celulares (Huang et al., 2022).

Entre los marcadores comúnmente utilizados se incluyen las aminotransferasas, la fosfatasa alcalina, la gamma-glutamil transferasa (GGT), la bilirrubina total y la albúmina. Estos parámetros, en conjunto, permiten establecer un perfil funcional del órgano y detectar hepatopatías de origen nutricional, infeccioso o toxicológico antes de que se manifiesten clínicamente (Huang et al., 2022).

2.6.1. Fisiología hepática en aves

El hígado aviar es un órgano metabólicamente activo que cumple funciones vitales en la homeostasis energética, la detoxificación y la síntesis de proteínas plasmáticas. Su localización anatómica y vascularización lo posicionan como el primer órgano en recibir nutrientes absorbidos del tracto intestinal, permitiendo su procesamiento inmediato (Abdalh et al., 2024).

A diferencia de los mamíferos, en las aves el hígado presenta una mayor capacidad para el metabolismo lipídico, siendo responsable de la síntesis de la mayoría de los lípidos plasmáticos, incluidos los triglicéridos y las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), esenciales en la formación del tejido adiposo y en la producción de yema en gallinas ponedoras (Zhou et al., 2023).

También participa en la conversión de aminoácidos, almacenamiento de glucógeno, regulación del ciclo de la urea y producción de factores de coagulación. Dado su papel central en el metabolismo general, cualquier disfunción hepática repercute de forma directa sobre el crecimiento, la inmunidad y el desempeño productivo del ave (Oketch et al., 2022).

2.6.2. Enzimas ALT y AST como indicadores de daño hepatocelular

La alanina aminotransferasa (ALT) y la aspartato aminotransferasa (AST) son enzimas intracelulares cuya presencia en el plasma sanguíneo refleja daño a la membrana de los hepatocitos. En condiciones normales, estas enzimas permanecen confinadas al citoplasma hepático; sin embargo, ante procesos de necrosis o inflamación, son liberadas al espacio extracelular, elevando su concentración en sangre (Noor et al., 2021).

En avicultura, la AST es considerada un marcador más sensible que la ALT debido a su mayor abundancia en el tejido hepático de las aves, aunque también puede estar presente en otros tejidos como el músculo esquelético o cardíaco. Por ello, su evaluación suele complementarse con otros indicadores específicos de daño hepático. La medición sérica de estas enzimas se realiza mediante ensayos colorimétricos, y sus valores deben interpretarse considerando la edad del ave, la

fase productiva y las condiciones nutricionales o sanitarias a las que ha sido expuesta. El aumento persistente de estos marcadores puede estar asociado a hepatotoxicidad inducida por aditivos, micotoxinas o estrés oxidativo crónico (Ahmed et al., 2022).

La leche es un alimento complejo y nutritivo, cuya calidad y composición están influenciadas por una variedad de factores. Entender su naturaleza y sus componentes es fundamental, especialmente al considerar la importancia de los sólidos totales.

2.7. Fitoterapia

La fitoterapia, entendida como el empleo de extractos y compuestos bioactivos derivados de plantas con fines terapéuticos, ha resurgido como una alternativa estratégica en la nutrición y sanidad animal ante la creciente presión por reducir el uso de antibióticos convencionales. Su aplicación en especies monogástricas como el pollo de engorde ha cobrado interés no solo por su potencial antimicrobiano, sino también por sus efectos moduladores sobre el sistema inmunológico, la integridad intestinal y el metabolismo oxidativo (Odani et al., 2022).

A diferencia de los fármacos sintéticos, los fitobióticos actúan mediante múltiples mecanismos sin inducir fácilmente resistencia microbiana. Sus efectos varían según el perfil fitoquímico de la planta utilizada, siendo frecuentes los compuestos fenólicos, flavonoides, taninos, aceites esenciales y glucosinolatos. Estos principios activos poseen propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antisépticas y digestivas, capaces de favorecer un ambiente intestinal más estable, regular la microbiota beneficiosa (Odani et al., 2022).

2.7.1. Propiedades bioactivas de extractos vegetales

Los extractos vegetales concentran una amplia variedad de metabolitos secundarios que han demostrado ejercer múltiples funciones bioactivas en animales monogástricos, como los pollos Broiler, cerdos y conejos. Estas sustancias, entre las que se incluyen flavonoides, alcaloides, taninos, terpenoides, glucosinolatos y ácidos fenólicos, de modular procesos fisiológicos (Reyna et al., 2021).

En sistemas monogástricos, caracterizados por una digestión de tránsito rápido y elevada susceptibilidad a desequilibrios microbianos, los extractos vegetales han demostrado mejorar la eficiencia digestiva al estimular la secreción de enzimas, aumentar la actividad de las vellosidades intestinales y mantener la homeostasis de la microbiota. Algunos compuestos actúan como prebióticos selectivos que favorecen el crecimiento de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, mientras que otros poseen propiedades bacteriostáticas o bactericidas que inhiben patógenos como *Clostridium perfringens*, *E. coli* y *Salmonella* spp (Batista et al., 2021).

Adicionalmente, estos extractos muestran una fuerte actividad antioxidante, lo que les permite neutralizar especies reactivas de oxígeno (ROS) generadas en situaciones de estrés térmico, nutricional o infeccioso. Esta propiedad contribuye a reducir el daño oxidativo a nivel celular, proteger las membranas y preservar la funcionalidad de tejidos de alto recambio como el epitelio intestinal y el hígado (Goncalves et al., 2022).

2.8. Berro (*Nasturtium officinale*)

2.8.1. Distribución y taxonomía

Clasificación taxonómica del Berro

Categoría	Clasificación
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Género	<i>Nasturtium</i>
Especie	<i>officinale</i>

Fuente: Snafi (2020).

El Berro es una planta acuática originaria de Asia Occidental, India, Europa y África, aunque actualmente se encuentra ampliamente distribuida en casi todos los continentes. Su presencia se ha registrado en numerosos países de África del Norte, Medio Oriente, Asia Central y del Sur, así como en gran parte de Europa. Además, ha sido introducida exitosamente en regiones de Australasia, América del Norte, Centroamérica, el Caribe y América del Sur, incluyendo Ecuador. Esta amplia distribución refleja su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas y su valor como especie de interés nutricional y medicinal (Torrez & Rivera, 2024).

2.8.2. Descripción

El Berro es una especie herbácea perenne de hábito acuático, caracterizada por su crecimiento rizomatoso y tallos de entre 10 a 70 cm de altura, pudiendo alcanzar hasta 2 metros en condiciones favorables. Presenta tallos generalmente glabros o ligeramente pubescentes, con tricomas simples (López et al., 2022).

Sus hojas caulinares tienen pecíolos sin alas y bases auriculadas, compuestas por 3 a 9 folíolos, donde el terminal es más grande y de forma variable, desde suborbicular hasta lanceolada. Las inflorescencias producen flores pequeñas, con sépalos de 2 a 3,5 mm, pétalos blancos o rosados, obovados o espatulados, y anteras de hasta 1 mm. Los frutos son silicuas estrechas con numerosos óvulos y semillas dispuestas en dos hileras, de forma ovoide, color marrón rojizo y superficie toscamente reticulada (Chaudhary et al., 2023).

2.9. Usos tradicionales del Berro

Tradicionalmente, *Nasturtium officinale* ha sido valorado tanto por sus propiedades culinarias como medicinales. Su consumo como verdura fresca en ensaladas ha sido común en diversas culturas, mientras que sus hojas se han empleado en medicina popular por sus efectos terapéuticos. Entre sus usos etnobotánicos destacan las aplicaciones como agente depurativo, diurético, expectorante, hipoglucemiante, hipolipidémico y estimulante. Además, ha sido utilizado en el manejo de enfermedades respiratorias como bronquitis (Peková et al., 2023).

2.9.1. Propiedades fisicoquímicas

Los extractos de *Nasturtium officinale* presentan un perfil fisicoquímico caracterizado por un alto contenido de humedad, que oscila entre 98,39 % y 99,53 %, lo que refleja su naturaleza predominantemente acuosa. La materia seca se encuentra en un rango reducido (0,5 %–1,61 %), mientras que la fracción de extracto etéreo varía ampliamente entre 0,27 % y 20,35 %, lo que sugiere una posible variabilidad en su contenido lipídico según el método de extracción o la parte vegetal utilizada (Nitisha et al., 2024).

2.10. Componentes químicos

Tabla 1

Composición química del Berro

Categoría	Descripción
Compuestos fitoquímicos cualitativos	Presencia de alcaloides, flavonoides, saponinas, terpenoides/esteroides, proteínas, aceites esenciales y volátiles, glucósidos, taninos, ácido fólico, vitaminas (C, A, E, K), yodo, hierro, potasio, sodio y calcio
Glucosinolatos y precursores	Abundantes PEGSL y BGSL, precursores de PEITC y BITC; gluconasturtina: 5.32 g/100 g (semilla desgrasada); también glucobrassicina y derivados indólicos y alifáticos.
Compuestos del extracto metanólico	Se aislaron 16 compuestos, incluyendo disulfuros de glucopiranosido, nitrilos sulfonados y glucósidos fenólicos complejos.

Fenoles y flavonoides en hojas	14 compuestos: derivados de ácidos gálico, ferúlico, p-cumárico, apigenina, quercetina y kaempferol.
Fenoles y flavonoides en raíces	20 compuestos: ácidos fenólicos, sinápico, caftárico, derivados de quercetina, kaempferol, ácido vanílico, espinacetina y diglucósidos
Pigmentos	Lycopeno: raíz 8.6, tallo 16.4, hojas 17.5. Clorofila-a: raíz 47.03, tallo 59.1, hojas 85.6. Clorofila-b: raíz 21.0, tallo 28.2, hojas 31.0. β -caroteno: raíz 1.5, tallo 4.3, hojas 15.0.
Volátiles (GC-MS, hojas y tallos)	Hojas: 2-feniletíl isotiocianato (72.9 %), pulegona (8.0 %), heptil-isotiocianato (4.9 %). Tallos: 2-feniletíl isotiocianato (83.5 %), 4-fenilbutil isotiocianato (6.9 %).
Rendimiento de aceite esencial (%)	Tallos: 1.5 %, hojas: 1.2 %, flores: 1.0 % (v/p).
Composición del aceite esencial	Flores: limoneno (43.6 %), α -terpinoleno (19.7 %). Hojas: miristicina (57.6 %), terpinoleno (8.9 %). Tallos: óxido de cariofileno (37.2 %), p-cimeno-8-ol (17.6 %)

Fuente: Snafi (2020).

2.11. Efecto farmacológico del Berro

2.11.1. Efecto hipolipidémico

El extracto de *Nasturtium officinale* (500 mg/kg/día) ha demostrado un marcado efecto hipolipidémico en ratas alimentadas con dieta alta en grasas e hipercolesterolémicas. Tras 10 días de administración, se observó una reducción

significativa en los niveles séricos de colesterol total (34.2%), triglicéridos (30.1%) y colesterol LDL (52.9%), junto con un aumento del 27% en el colesterol HDL (Ferdaus et al., 2024).

En un ensayo de 30 días en ratas hipercolesterolémicas, el extracto redujo el colesterol total en 37%, los triglicéridos en 44% y el colesterol LDL en 48%, mientras que el HDL aumentó un 16%. Además, el tratamiento mejoró los niveles de glutatión reducido (GSH) y aumentó la actividad de enzimas antioxidantes hepáticas como catalasa y superóxido dismutasa, al tiempo que disminuyó los niveles de malondialdehído (MDA) y las actividades de glutatión peroxidasa y reductasa, lo que sugiere una mejora en el estado oxidativo (Rajizadeh et al., 2024).

2.11.2. Efecto antiinflamatorio

El extracto crudo de hojas de Berro (en solución y gel) mostró actividad antiinflamatoria tópica en un modelo de dermatitis por contacto irritante inducida por aceite de croton en ratones. Tanto en el modelo agudo como en el crónico, el extracto redujo el edema de la oreja, la infiltración de células inflamatorias y los niveles de citocinas proinflamatorias (Peña et al., 2022).

El extracto hidroalcohólico de Berro administrado por vía oral (250, 500 y 750 mg/kg) inhibió significativamente el edema plantar inducido por carragenina a las 1, 2, 3 y 4 horas y redujo el edema provocado por formalina durante 24 hora, histológicamente, el extracto redujo la hinchazón y el daño tisular. Su aplicación tópica (5 mg/oreja) también disminuyó (Akbaribazm et al., 2023).

Además, dieciséis compuestos aislados del extracto metanólico de *Nasturtium officinale* fueron evaluados por su capacidad para inhibir la producción de óxido nítrico (NO) en células microgliales murinas BV-2 (Akbaribazm et al., 2023).

2.11.3. Efecto hepatoprotector

El extracto hidroalcohólico de Berro ha demostrado efectos hepatoprotectores y antioxidantes frente a diversos agentes tóxicos. En un modelo de hepatotoxicidad inducida por acetaminofén en ratas, el extracto redujo significativamente los niveles

de AST y aumentó el contenido de tioles totales y la actividad de la glutatión peroxidasa, parámetros afectados negativamente por el fármaco. De forma similar, en ratas con colestasis inducida por ligadura del conducto biliar, el tratamiento con el extracto atenuó la necrosis hepática, disminuyó el contenido de hidroxiprolina y mejoró los indicadores histopatológicos (Hibbert & Taylor, 2022).

2.11.4. Efecto antibacteriano

Los extractos acuoso y alcohólico de *Nasturtium officinale* han mostrado actividad antibacteriana diferencial frente a cepas Gram positivas y Gram negativas. Su eficacia fue mayor contra bacterias Gram positivas, siendo *Staphylococcus aureus* y *Listeria monocytogenes* las más sensibles, con concentraciones mínimas inhibitorias (MIC) de 8 µg/ml. Particularmente, *S. aureus* presentó la mayor susceptibilidad, con una MIC de 6.25 µg/ml y una concentración bactericida mínima (MBC) de 12.5 µg/ml (Peña et al., 2022).

En contraste, las cepas Gram negativas *Escherichia coli* y *Salmonella typhimurium* mostraron resistencia a ambos tipos de extracto, se ha demostrado que *Beero* posee propiedades antimicrobianas en diversas formas extractivas. Su aceite esencial presentó actividad antibacteriana frente a bacterias transmitidas por alimentos, siendo *Bacillus cereus* la más sensible, mientras que *Salmonella enterica* y *Escherichia coli* mostraron mayor resistencia (Peña et al., 2022).

2.11.5. Efecto antioxidante

Se han demostrado una notable actividad antioxidante mediante diferentes ensayos *in vitro* e *in vivo*. Su extracto posee fuerte poder reductor en la prueba FRAP, además de actividad dosis dependiente para neutralizar radicales libres como ABTS, DPPH, óxido nítrico y peróxido de hidrógeno, y capacidad quelante de iones ferrosos (Akbaribazm et al., 2023).

Por otro lado, el extracto etanólico de tallos mostró baja capacidad reductora a 10 mg/ml, pero aumentó considerablemente a 100 mg/ml. En comparación con el ácido ascórbico, el extracto presentó menor potencia, aunque con efectos incrementales según la dosis. Asimismo, extractos acuosos y etanólicos de hojas demostraron que

el etanólico es más eficaz, reduciendo la peroxidación lipídica en hígado, cerebro y riñón de ratas (Akbaribazm et al., 2023).

2.12. Otras propiedades farmacológicas

El aceite de Berro ha demostrado capacidad cicatrizante en modelos de quemaduras térmicas y químicas en conejos. Su aplicación tópica favoreció una recuperación más rápida de la arquitectura cutánea normal y redujo significativamente el tiempo de cierre de la herida. Además, el compuesto indol-3-acetonitrilo-4-metoxi-2-S-β-D-glucopiranosido (IAMG), aislado de esta planta, mostró efectos fotoprotectores frente a daño inducido por radiación UVB en fibroblastos dérmicos humanos (Snafi, 2020).

El extracto administrado a dosis de 750 mg/kg y 1.5 g/kg mostró efectos protectores frente a la formación de cálculos renales inducidos por etilenglicol en ratas. En los grupos preventivos tratados con extracto, se observó una menor proporción de cristales de oxalato de calcio en comparación con el grupo control negativo (Snafi, 2020).

2.13. Preparación de extractos de berro

El proceso de preparación de extractos es crucial para la calidad y la concentración de los compuestos bioactivos, como los isotiocianatos, glucosinolatos y compuestos fenólicos presentes en el berro, que se relacionan con sus propiedades medicinales y su efecto en la salud intestinal y el rendimiento productivo (Klimek et al., 2020).

2.13.1. Extracción Acuosa

La extracción acuosa es uno de los métodos más sencillos y tradicionales, que utiliza agua como solvente.

- **Infusión:** Consiste en verter agua caliente sobre el material vegetal y dejarlo reposar por un tiempo determinado. Es adecuada para compuestos sensibles al calor y volátiles.

- **Decocción:** Implica hervir el material vegetal en agua por un período. Este método es más adecuado para extraer compuestos más estables y aquellos que son poco solubles en agua fría. (Snafi, 2025)

2.13.2. Secado y Pulverización antes de la Extracción

Estos pasos previos son fundamentales para optimizar el proceso de extracción:

- **Secado:** El material vegetal fresco tiene un alto contenido de humedad, lo que puede diluir el solvente, promover el crecimiento microbiano y dificultar la molienda. El secado reduce el contenido de agua, preserva los compuestos y facilita la pulverización.

Métodos de secado comunes incluyen el secado al aire, secado en horno (a baja temperatura para evitar la degradación de compuestos termolábiles), y liofilización (secado por congelación, que es excelente para preservar los compuestos, pero es más costoso) (Kijkuokool et al., 2024). La elección del método de secado es crítica, ya que puede afectar la composición fitoquímica del material vegetal.

Se ha demostrado que la temperatura y el tiempo de secado pueden influir significativamente en la estabilidad de los compuestos sulfurados y fenólicos en plantas como el berro (Azmir & Zaidul, 2023).

- **Pulverización:** Una vez seco, el material vegetal se muele hasta obtener un polvo fino.

La pulverización aumenta la superficie de contacto entre el material vegetal y el solvente, lo que facilita una extracción más eficiente y rápida de los compuestos deseados (Klimek et al., 2020). Un tamaño de partícula más pequeño generalmente conduce a una mayor eficiencia de extracción.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización de la investigación**

La investigación se desarrolló en la unidad productiva, ubicada en el barrio Jesús del Gran Poder, de la Parroquia San Simón, perteneciente al cantón Guaranda de la provincia de Bolívar.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

Parámetros	Localidad
Altitud	2600 msnm
Latitud	1° 32' 12" S
Longitud	78° 32' 12" W
T° máxima	25 °C
Temperatura media	18°C
T° mínima	6°C

Fuente: Estación meteorológica de la facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Estatal de Bolívar 2023.

- **Zona de vida.**

Según la clasificación de zonas de vida propuesta por Leslie Holdridge, el cantón Guaranda en su extensión se encuentra dentro de la formación, de bosque húmedo montano bajo (bhmb) (Holdridge, 1967).

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

- 225 pollos
- Extracto de Berro

3.2.2. Factores en estudio

F1: 2% de extracto de Berro.

F2: 5% de extracto de Berro.

3.2.3. Tratamientos

Descripción de tratamientos

	Código	Descripción
T0	A – b0	Alimento balanceado
T1	A – b1	Alimento balanceado + 2% de extracto de Berro
T2	A – b2	Alimento balanceado + 5% de extracto de Berro

3.2.4. Descripción técnica del ensayo

Característica	Valor
Número de Tratamientos	3
Número de repeticiones	5
Número de animales por repetición	15
Número de animales por tratamiento	75
Número total unidades experimentales	225

3.2.5. Tipo de diseño experimental

Diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con el siguiente modelo matemático; $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$.

3.2.6. Tipos de análisis

Se aplicó un análisis de varianza para medir el efecto de los tratamientos sobre las variables de estudio, además, se estimó una comparación de promedios mediante Tukey con un nivel de confianza de 95% y un 5% de error experimental.

3.2.7. Métodos de evaluación y datos a tomarse

Peso semanal: Se registró cada siete días a lo largo del experimento, utilizando una balanza digital y su valor fue expresado en gramos.

Peso inicial: Dato que se registró al ingreso de los pollitos al inicio de la investigación, utilizando una balanza digital, y su valor fue expresado en gramos.

Peso final: Dato que se obtuvo al concluir la fase experimental, empleando una balanza digital y su valor fue expresado en gramos.

Ganancia de peso: Se calculó como la diferencia entre el peso final a las 6 semanas y el peso inicial, su valor fue expresado en gramos.

Consumo de alimento total: Se calculó diariamente mediante el registro de la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad sobrante, y se conoció la cantidad de alimento consumido y su valor fue expresado en gramos por ave.

Conversión alimenticia: Se obtuvo dividiendo el consumo total de alimento entre la ganancia de peso, su valor fue adimensional y reflejó la eficiencia alimentaria por tratamiento.

Mortalidad: Fue registrada diariamente mediante observación directa de las aves fallecidas en cada tratamiento, valor que fue dividido para la población total de pollos por tratamiento y su valor fue expresado en porcentaje.

Concentración de AST y ALT: La concentración de AST y ALT se calculó al final del experimento mediante análisis bioquímico de sangre, utilizando un equipo automatizado; los resultados se expresaron en unidades por litro (U/L).

Histología intestinal: Se evaluó al finalizar el experimento mediante análisis microscópico de cortes histológicos teñidos con hematoxilina-eosina. Se midieron parámetros como

Beneficio/costo: Se calculó dividiendo el ingreso total estimado por el costo total de producción. Su valor fue adimensional e indicó la rentabilidad del tratamiento.

3.2.8. Manejo del experimento

Limpieza y desinfección del galpón: Se realizó la limpieza mediante barrido en seco seguido de lavado con agua a presión, aplicando posteriormente un desinfectante de amplio espectro como amonios cuaternarios o glutaraldehído; el galpón permaneció en reposo durante 72 horas antes del ingreso de las aves, complementándose con la instalación de cortinas plásticas para regular la ventilación, temperatura y evitar corrientes de aire.

Manejo inicial de las aves: Las aves fueron ubicadas bajo criadoras instaladas en el centro de cada unidad experimental para garantizar una distribución homogénea del calor, utilizando lámparas de gas según disponibilidad; la temperatura se mantuvo inicialmente en 32 °C, reduciéndose progresivamente hasta alcanzar 24 °C al finalizar la tercera semana.

Cama y ambiente: Se empleó como material de cama tamo de arroz o viruta de madera seca, con un espesor de 10 a 15 cm, realizando mantenimiento semanal mediante volteo o reemplazo para evitar la acumulación de humedad y la proliferación de microorganismos.

Equipos de alimentación e hidratación: Se dispuso comederos lineales y bebederos tipo campana de forma uniforme en cada corral, aplicando un protocolo de higiene que incluyó lavado y desinfección inicial, así como limpieza diaria durante todo el periodo experimental.

Alimentación y nutrición: Las aves recibieron alimentación conforme a la tabla referencial comercial, distribuida en fases pre-inicial, inicial, crecimiento y finalización, registrándose diariamente la cantidad de alimento suministrado para determinar el consumo por grupo.

Evaluación productiva: Se evaluó el peso corporal al inicio, semanalmente y al final del experimento con balanza digital, mientras que el consumo de alimento se determinó semanalmente por diferencia entre lo ofrecido y lo residual; además, se calcularon la ganancia de peso, conversión alimenticia y se registró la mortalidad diaria expresada en porcentaje.

Evaluación bioquímica: Al final del ensayo, se seleccionaron aleatoriamente dos aves por tratamiento para la obtención de muestras sanguíneas mediante punción cardíaca o vena braquial, recolectadas en tubos sin anticoagulante, posteriormente centrifugadas para obtener suero, en el cual se determinaron los niveles de AST y ALT mediante métodos colorimétricos.

Evaluación histológica y procesamiento de berro: Las aves seleccionadas fueron sometidas a eutanasia mediante dislocación cervical siguiendo normas éticas, realizándose necropsia para la obtención del duodeno, el cual se conservó en formol al 10% para su análisis histológico; adicionalmente, se efectuó el procesamiento del berro mediante secado, pulverización y extracción acuosa por decocción, así como la determinación bioquímica de AST y ALT en muestras séricas.

Evaluación económica: Se calculó el índice beneficio/costo considerando el costo total de alimentación, el peso final comercializable y el precio de mercado, con el propósito de determinar la viabilidad económica del uso del extracto de berro en la producción avícola.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 2

Resultado prueba de Tukey variable. Peso.

Peso (g)					
Semana	Tratamiento				
Peso inicial	T0	T1	T2	CV%	\bar{x}
NS	44,04 a	43,22 a	42,8 a	6,45	43,35
PS-1	T0	T1	T2	CV%	\bar{x}
*	188,84 a	154,36 c	170,73 b	8,18	171,31
PS-2	T1	T2	T0	CV%	\bar{x}
*	436,16 a	412,22 b	425,59 ab	9,06	424,66
PS-3	T1	T2	T0	CV%	\bar{x}
*	874,1 a	835,8 b	808,68 b	11,79	839,53
PS-4	T0	T1	T2	CV%	\bar{x}
*	1254,10 a	1415,00 b	1489,00 c	3,93	1386,03
PS-5	T0	T1	T2	CV%	\bar{x}
*	1683,01 a	2144,11 b	2281,63 c	3,40	2036,25
PS-6	T0	T1	T2	CV%	\bar{x}
*	2214,58 a	2651,88 b	3042,61 c	3,65	2636,36

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Figura 1

Peso semanal

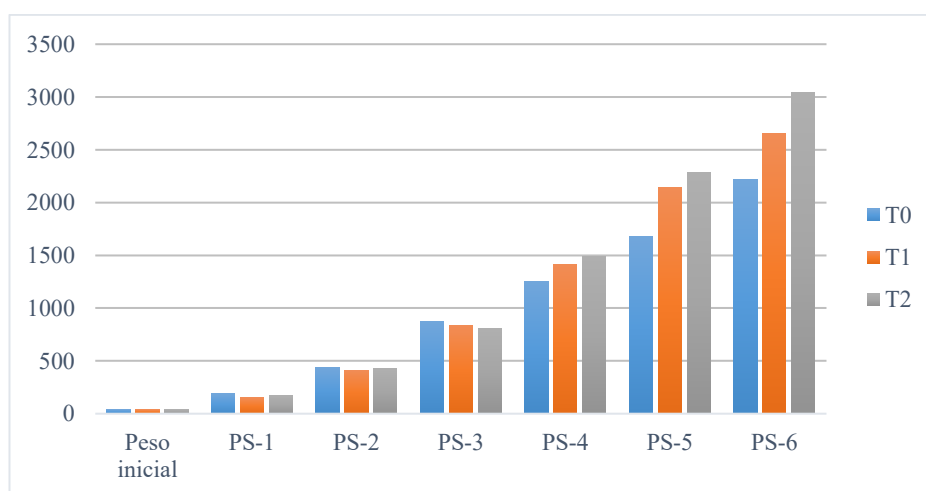


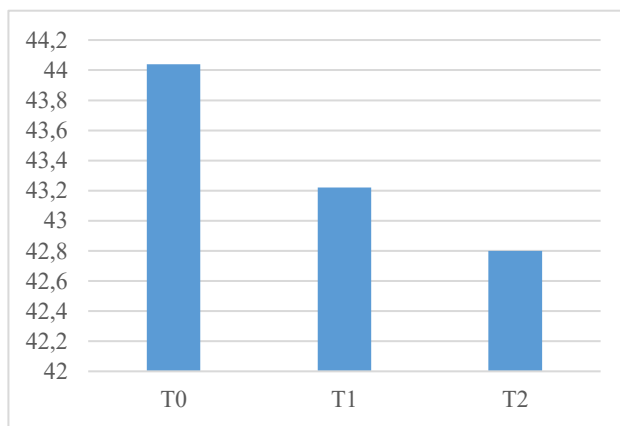
Tabla 3

Peso inicial

Cuadro de Análisis de la Varianza					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	147,67	2	49,22	6,23	<0,0005
Tratan	147,67	2	49,22	6,23	<0,0005
Error	3130,07	396	7,9		
Total	3277,74	399			

Figura 2

Peso inicial



El peso inicial promedio de las aves fue de 43,35 g, con un coeficiente de variación (CV) de 6,45%, lo que refleja una adecuada homogeneidad inicial entre los grupos experimentales. Aunque se observaron ligeras diferencias en el peso inicial, evidenciando que los animales fueron distribuidos de forma equitativa entre tratamientos.

(Cevallos, 2024) en su investigación “El berro como fuente de alimentación de pollos de engorde de la línea genética Ross 308” registró un peso promedio inicial de 48,26 gramos.

En comparación con los resultados obtenidos por Cevallos. determino un peso superior, se establece que el factor principal que influyo en esta variable fue las diferencias en las líneas genéticas implementadas en cada estudio.

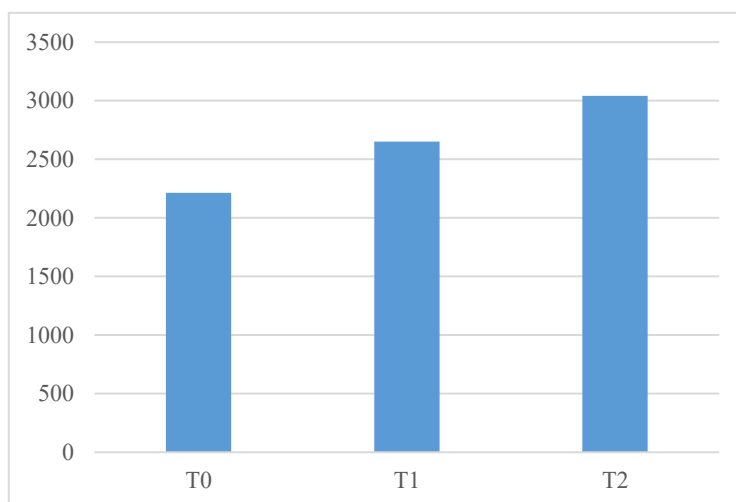
Tabla 4

Peso final

Cuadro de Análisis de la Varianza					
F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	65288,79	2	21762,93	33,02	<0,0005
Tratan	65288,79	2	21762,93	33,02	<0,0005
Error	261011,15	396	659,12		
Total	326299,94	399			

Figura 3

Peso final



En la semana final (PS-6) se observó un incremento significativo del peso corporal entre los tratamientos evaluados, con un promedio general de 2636,36 g. El tratamiento T2 alcanzó el mayor peso (3042,61 g) seguido por T1 (2651,88 g), mientras que el T0 presentó el menor valor (2214,58 g). Las diferencias registradas fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$), evidenciando un efecto positivo del tratamiento sobre el desempeño productivo en la etapa final. Además, el coeficiente de variación de 3,65% indica una adecuada homogeneidad de los datos y confiabilidad de los resultados obtenidos.

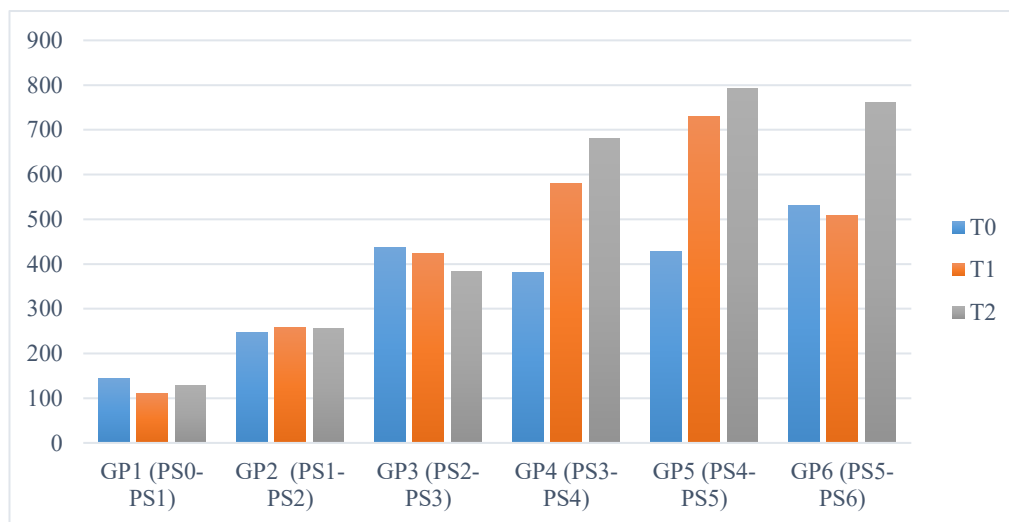
(Camero, 2022) titula en su investigación “Adición de berro en Pollos sobre su impacto y eficiencia” analizó diferentes variables entre ellos está el peso semanal en el cual obtuvo un peso promedio de 2900,26 g

En comparación al resultado obtenido por Camero, J. determino un peso inferior, se establece que el factor principal que influyo en esta variable fue las diferencias en la aplicación de alimento, suministro del berro, factor climático de cada investigación.

Tabla 5

Ganancia de peso semanal

T0	Peso inicial	Peso final	Ganancia de peso
GP1 (PS0-PS1)	44,04	188,84	144,8
GP2 (PS1-PS2)	188,84	436,16	247,32
GP3 (PS2-PS3)	436,16	874,1	437,94
GP4 (PS3-PS4)	874,1	1254,1	380
GP5 (PS4-PS5)	1254,1	1683	428,91
GP6 (PS5-PS6)	1683,01	2214,6	531,57
T1	Peso inicial	Peso final	Ganancia de peso
GP1 (PS0-PS1)	43,22	154,36	111,14
GP2 (PS1-PS2)	154,36	412,22	257,86
GP3 (PS2-PS3)	412,22	835,8	423,58
GP4 (PS3-PS4)	835,8	1415	579,2
GP5 (PS4-PS5)	1415	2144,1	729,11
GP6 (PS5-PS6)	2144,11	2651,9	507,77
T2	Peso inicial	Peso final	Ganancia de peso
GP1 (PS0-PS1)	42,8	170,73	127,93
GP2 (PS1-PS2)	170,73	425,59	254,86
GP3 (PS2-PS3)	425,59	808,68	383,09
GP4 (PS3-PS4)	808,68	1489	680,32
GP5 (PS4-PS5)	1489	2281,6	792,63
GP6 (PS5-PS6)	2281,63	3042,6	760,98

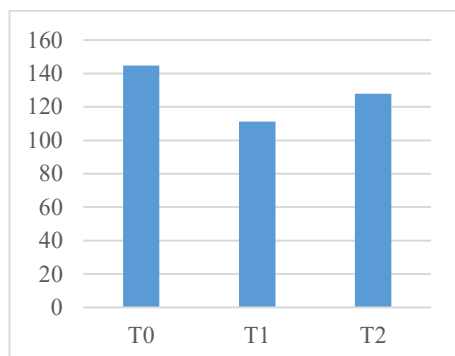
Figura 4*Ganancia de peso en general***Tabla 6***Ganancia de peso inicial*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	566,5	2	283,25	20,23	<0,0001
Tratamientos	566,5	2	283,25	20,23	<0,0001
Error	0	0	0		
<u>Total</u>	<u>566,5</u>	<u>2</u>			

Tratamientos	PS0	PS1	GP1
T0	44,04	188,84	144,8
T1	43,22	154,36	111,14
T2	42,8	170,73	127,93

Figura 5

Ganancia peso inicial



En la primera ganancia de peso (GP1), se registraron diferencias entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T0 presentó la mayor ganancia promedio (144,8 g), seguido por T2 (127,93 g), mientras que el T1 mostró el menor incremento de peso (111,14 g). Estos resultados evidencian una respuesta diferenciada de los tratamientos sobre la ganancia de peso en la fase inicial, destacándose T0 por su mayor desempeño productivo en este periodo

(Montejo, 2020), en su investigación sobre el “Efecto del uso del berro (*Nasturtium officinale*) como suplemento natural sobre parámetros zootécnicos, histopatológicos y mediciones alométricas en pollos de engorde a diferentes edades, reportaron una ganancia de peso de 112 g.

En contraste con los resultados obtenidos en la presente investigación, Montejo y sus colaboradores registraron una ganancia de peso inferior. Estas diferencias entre ambos estudios se atribuyen principalmente a factores como la genética de las aves y el piso altitudinal, los cuales influyen directamente en el desempeño productivo.

Tabla 7

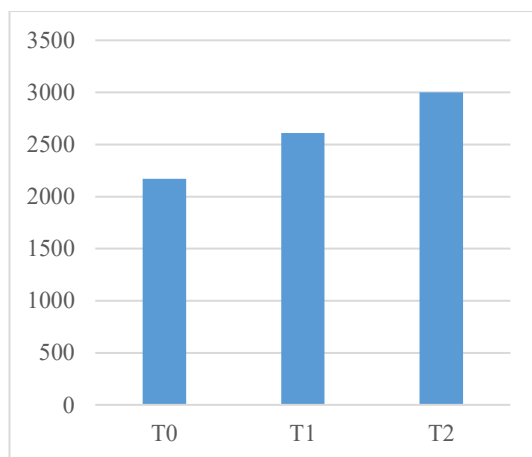
Ganancia de peso final

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	344187,66	2	172093,83	4,20	<0,0005
Tratamientos	344187,66	2	172093,83	4,20	<0,0005
Error	0	0	0		
Total	344187,66	2			

Tratamientos	PS0	PSF	GPF
T0	44,04	2214,6	2170,56
T1	188,84	2651,9	2608,68
T2	144,8	3042,6	2999,8

Figura 6

Ganancia de peso semana final



En la ganancia de peso final se evidenciaron diferencias entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T2 registró la mayor ganancia de peso con 2999,8 g, seguido por T1 con 2608,68 g, mientras que T0 presentó el valor más bajo con 2170,56 g. Estos resultados demuestran una respuesta positiva y progresiva de los animales a los tratamientos aplicados, destacándose T2 como el de mejor desempeño productivo durante la fase final de crecimiento. En este sentido, se infiere que el tratamiento T2 favoreció de manera significativa el aprovechamiento nutricional y la eficiencia productiva, reflejándose en una mayor ganancia de peso total en comparación con los demás tratamientos.

En relación con otros estudios, Camero (2022), en su investigación titulada “Adición de berro en Pollos sobre su impacto y eficiencia” en su estudio analizó diferentes variables entre ellas el peso”, evaluó diferentes variables productivas, entre ellas la ganancia de peso, reportando un peso promedio de 460 g. Al comparar dichos resultados con la presente investigación, se observa que el tratamiento T2 alcanzó un valor superior, lo que podría atribuirse a diferencias en

el tipo de suplemento utilizado, la genética de los animales, las condiciones ambientales y el manejo durante el periodo experimental.

En comparación con los resultados obtenidos por Camero (J.), en la presente investigación se determinó un peso superior, lo que permite establecer que el principal factor que influyó en esta variable fue el tipo de alimentación suministrada a las aves experimentales, así como el adecuado aprovechamiento del berro (*Nasturtium officinale*) dentro de la dieta, favoreciendo el desempeño productivo.

Tabla 8

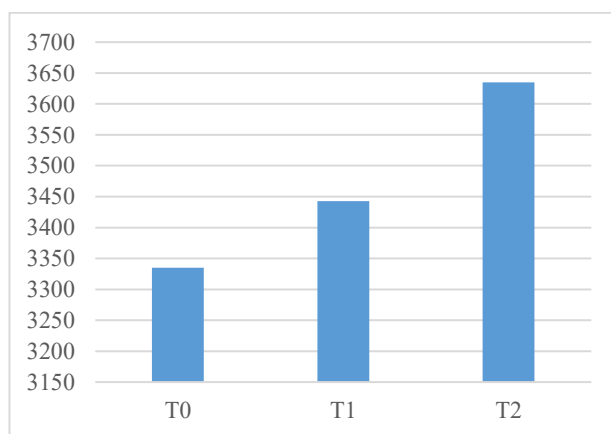
Consumo de alimento total

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>GL</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	46172,64	2	23086,32	4,42	<0,0005
Tratamientos	46172,64	2	23086,32	4,42	<0,0005
Error	0	0	0		
Total	46172,64	2			

Tratamientos	g/Ave
T0	3334,87
T1	3442,93
T2	3634,87

Figura 7

Consumo de alimento total



De acuerdo con los datos obtenidos, se determinó el consumo total de alimento (CA) por ave en los diferentes tratamientos experimentales. Los resultados muestran que el tratamiento T2 presentó el mayor consumo con 3634,87 g/ave, seguido por T1 con 3442,93 g/ave, mientras que T0 registró el menor consumo con 3334,87 g/ave.

En concordancia con lo reportado por (Pérez. 2024), en su investigación “Desarrolló de una dieta base de berro (*Nasturtium officinale*) como fuente de proteína en pollos broiler” registraron un consumo promedio de 3705 g/pollo, en la presente investigación se observaron valores de consumo de alimento muy similares. Estas similitudes pueden atribuirse a variaciones en la formulación de las dietas, a las condiciones experimentales o a las características productivas y genéticas de los pollos utilizados en ambos estudios.

Tabla 9

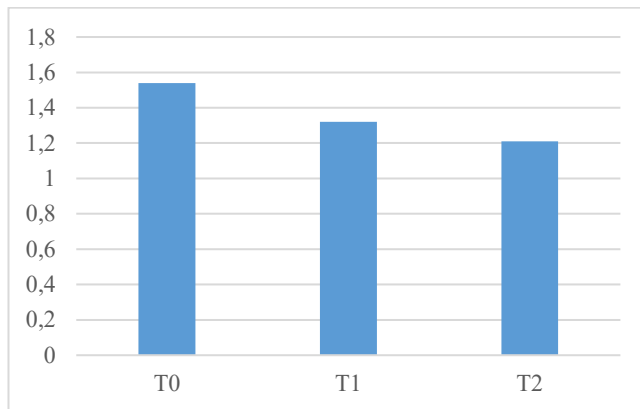
Conversión alimenticia

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	244187,66	2	172093,83	3,60	<0,0005
Tratamientos	244187,66	2	172093,83	3,60	<0,0005
Error		0 0		0	
Total	244187,66	2			

Tratamientos	CAT	GPF	CA
T0	3334,87	2170,56	1,54
T1	3442,93	2608,68	1,32
T2	3634,87	2999,80	1,21

Figura 8

Conversión alimenticia



De acuerdo con los datos obtenidos, la mejor conversión alimenticia se registró en el tratamiento T2, con un valor de 1,21, lo que indica una mayor eficiencia en la transformación del alimento consumido en ganancia de peso corporal. Le siguió el tratamiento T1, con una conversión de 1,32, mientras que T0 presentó el valor más alto (1,54), reflejando una menor eficiencia productiva. Estos resultados evidencian que los animales sometidos al tratamiento T2 (Alimento balanceado + 5% de extracto de Berro) requirieron una menor cantidad de alimento para alcanzar su peso final, lo que sugiere un mejor aprovechamiento nutricional y un desempeño productivo superior en comparación con los demás tratamientos.

En relación con lo reportado por (Camero, 2022) en su investigación titulada “Adición de berro en pollos y su impacto en la eficiencia productiva”, quien obtuvo una conversión alimenticia entre 1,71 y 1,77 g/pollo, los valores registrados en el estudio de comparación resultaron superiores. Estas diferencias podrían estar asociadas a la calidad del manejo del alimento, al tiempo de suministro del balanceado combinado con berro, así como a posibles pérdidas por desperdicio de alimento durante el proceso de alimentación.

Tabla 10*Mortalidad*

Tratamientos	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Total
T0	0	0	0	0	0	0	0
T1	0	1	0	0	0	0	1
T2	1	0	1	0	0	0	2
Total	1	1	1	0	0	0	3

De acuerdo al análisis de mortalidad se determinó que en la investigación la mortalidad más alta fue en T2 con dos muertes distribuidas en las semanas 1 y 3, seguida de T1 con una muerte en la semana 2, mientras que T0 no se registraron muertes, evidenciando que la mortalidad total solo fue del 1,33 %.

(Cevallos, 2024) en su investigación titulada “El berro como fuente de alimentación en pollos de engorde de la línea genética Ross 308”, reportó una mortalidad del 3 % en las aves, atribuida principalmente a deficiencias en la ventilación y a trastornos gastrointestinales, los cuales estuvieron asociados a una elevada suministración de alimento.

La mortalidad observada, en comparación con Cevallos, se atribuye principalmente al inadecuado acondicionamiento inicial de las aves, lo que provocó estrés en las primeras semanas; en menor medida, se debió a aplastamientos asociados al manejo

Tabla 11*Evaluación hematológica general*

Parámetro	Unidad	Rango de referencia	Valor mínimo	Valor máximo	Promedio general
TP (Proteínas Totales)	g/L	30–60	35.3	59.1	48.3
ALB (Albumina)	g/L	23–33	23.9	32.5	28.8
GLO (Globulinas)	g/L	6–30	7.2	27.9	15.9

TBIL (Bilirrubina total)	μmol/L	0–3.42	0.73	3.38	2.1
Parámetro	Unidad	Rango de referencia	Valor mínimo	Valor máximo	Promedio general
ALT (Alanina aminotransferasa)	U/L	19–48	20.8	47.1	33.3
AST (Aspartato aminotransferasa)	U/L	88–208	94.0	207.1	145.8
GGT (Gamma-glutamyltransferasa)	U/L	9–22	10.3	21.8	15.9
BUN (Nitrógeno ureico en sangre)	mmol/L	1.7–5.4	1.75	5.00	3.6
CRE (Creatinina)	μmol/L	80–164	85.0	160.0	130.5
GLU (Glucosa)	mmol/L	20.0–40.5	21.1	39.2	30.5

De acuerdo a los datos obtenidos se determinó que los 9 animales analizados presentaron parámetros bioquímicos dentro de los rangos fisiológicos normales, reflejando adecuada función hepática, renal y metabólica. Las pequeñas variaciones observadas en TP, TBIL y AST son leves y no representan signos de patología, pudiendo deberse a factores fisiológicos individuales, estado de hidratación o respuesta metabólica momentánea.

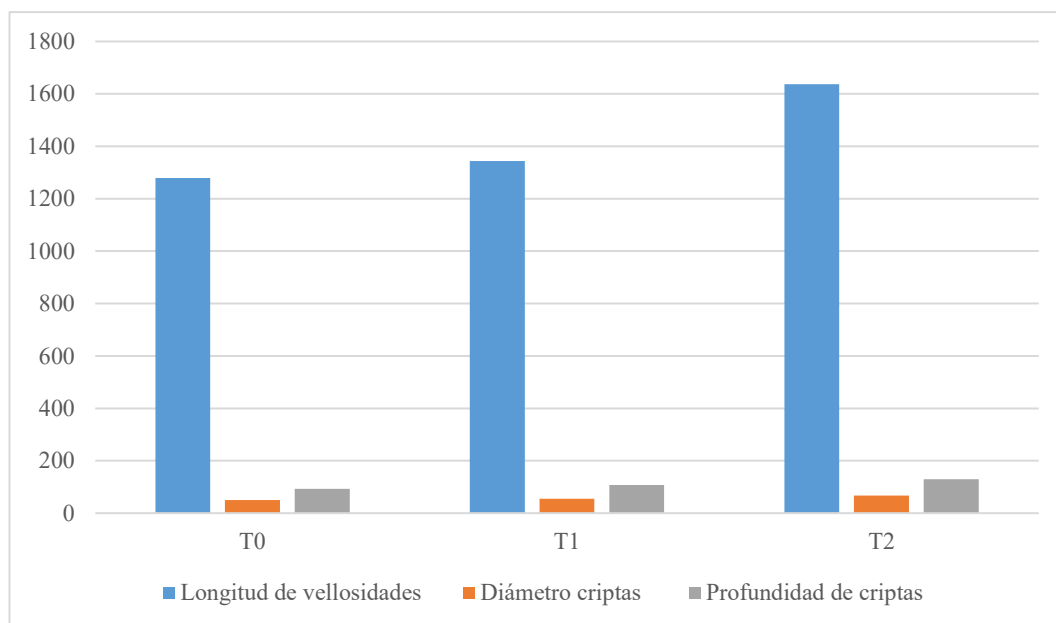
Tabla 12

Histología intestinal

Tratamiento	Longitud de vellosidades	Diámetro criptas	Profundidad de criptas
T0	1279,48 A	50,63 A	93,4 A
T1	1343,40 B	55,03 A	107,7 B
T2	1637,20 C	67,25 B	129,9 C
Promedio	1420,03	57,64	110,33

Figura 9

Histología intestinal



Los resultados muestran una mejora progresiva en la morfología intestinal entre tratamientos. T0 presentó vellosidades más pequeñas y criptas superficiales, indicando menor capacidad de absorción. T1 evidenció un desarrollo moderado de vellosidades y mayor profundidad de criptas, sugiriendo mejor absorción y regeneración. T2 mostró el mayor desarrollo histológico, con vellosidades grandes y criptas profundas, reflejando una óptima eficiencia digestiva y adecuada integridad intestinal. Estos resultados concuerdan parcialmente con lo reportado por Rosas y Sarmiento (2024), quienes, en su estudio sobre el efecto de densidades nutricionales en pollos de engorde, obtuvieron valores promedio de longitud de vellosidades de 1276,77 μm , diámetro de criptas de 53,38 μm y profundidad de criptas de 78,83 μm . En comparación, los valores obtenidos en la presente investigación muestran una mayor longitud de vellosidades y un mayor diámetro de criptas, lo que podría indicar una mejor capacidad de absorción intestinal.

Sin embargo, la menor profundidad de criptas observada en relación con dicho estudio podría estar asociada a factores como la composición de la dieta, el uso del extracto de berro como aditivo funcional, la edad de las aves al momento del muestreo y las condiciones de manejo. En este contexto, el efecto positivo del *Nasturtium officinale* podría atribuirse a la presencia de compuestos bioactivos como flavonoides y polifenoles, los cuales favorecen la salud intestinal, reducen procesos inflamatorios y promueven una mejor integridad de la mucosa.

Tabla 13

Beneficio/costo

CONCEPTO	Tratamiento 0	Tratamiento 1	Tratamiento 2
Balanceados	140,33	140,33	140,33
Insumos veterinarios	30	30	30
Biológicos	6	6	6
Berro	0	2,5	2,5
Infrarrojos	12	12	12
Exámenes Histológicos	40	40	40
Exámenes de sangre	36	36	36
Egresos	264,33	266,83	266,83
Vent. Pollos	260	284	290,4
Vent. Abono	10	10	10
Ingresos	270	294	300,4
B/C	1,02	1,10	1,13

El análisis de la relación beneficio/costo (B/C) evidencia diferencias en la rentabilidad entre los tratamientos evaluados. El Tratamiento 2 (T2) presentó el mejor desempeño económico, con un B/C de 1,13, lo que indica que por cada dólar invertido se obtiene un retorno de 1,13 USD, posicionándose como el tratamiento más rentable. En segundo lugar, se ubica el Tratamiento 1 (T1) con un B/C de 1,10, mostrando también una rentabilidad favorable, aunque inferior a T2. Por su parte, el Tratamiento 0 (T0) alcanzó un B/C de 1,02, evidenciando una ganancia mínima, apenas superior al punto de equilibrio.

Es importante destacar que los costos de producción (egresos) se mantuvieron prácticamente constantes entre tratamientos, con una ligera variación en T1 y T2 debido a la inclusión del berro. Sin embargo, las diferencias en los ingresos, principalmente por la venta de pollos, fueron determinantes en la rentabilidad final. En este sentido, el mayor ingreso obtenido en T2 explica su mejor relación beneficio/costo.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

El análisis estadístico mediante ANOVA evidenció un p-valor $< 0,0001$, inferior al nivel de significancia establecido ($p < 0,05$), lo que permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, confirmando que la inclusión del extracto de berro (*Nasturtium officinale*) tiene un efecto significativo sobre el desempeño productivo y la salud intestinal de los pollos Broiler. Este efecto se refleja en los mejores resultados obtenidos en el tratamiento T2, el cual alcanzó mayor peso final, mejor conversión alimenticia y un desarrollo superior de las vellosidades intestinales, evidenciando una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes y en el aprovechamiento del alimento.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La suplementación con extracto de berro (*Nasturtium officinale*) influyó positivamente en el desempeño productivo de los pollos Broiler, evidenciándose mejores resultados en el tratamiento T2 (5%), el cual alcanzó el mayor peso final y la mejor conversión alimenticia, demostrando su eficacia como promotor del crecimiento.
- El análisis histológico permitió determinar que la inclusión de extracto de berro mejora la salud intestinal, observándose en el tratamiento T2 un mayor desarrollo de las vellosidades intestinales y mayor profundidad de las criptas, lo que favorece una mayor superficie de absorción de nutrientes.
- Los niveles de las enzimas hepáticas ALT y AST se mantuvieron dentro de los rangos fisiológicos normales en todos los tratamientos, lo que indica que la suplementación con extracto de berro no produce efectos adversos ni altera la funcionalidad hepática en los pollos Broiler.
- Desde el punto de vista económico, la suplementación con extracto de berro resultó viable, siendo el tratamiento T2 el que presentó el mayor índice beneficio/costo, evidenciando su rentabilidad al generar mayores ingresos por cada dólar invertido.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la inclusión de extracto de berro (*Nasturtium officinale*) al 5% en la dieta de pollos Broiler, ya que demostró mejorar significativamente el peso final y la conversión alimenticia, optimizando la eficiencia en la transformación del alimento en masa muscular.
- Se sugiere el uso del extracto de berro como promotor natural de la salud intestinal, debido a que favorece el desarrollo de las vellosidades y criptas intestinales, mejorando la absorción de nutrientes y contribuyendo al bienestar general de las aves, sin evidenciar efectos adversos en la función hepática ni en la mortalidad.
- Se recomienda considerar la suplementación con extracto de berro como una alternativa económicamente viable en sistemas de producción avícola, ya que presentó un índice beneficio/costo favorable, permitiendo optimizar los costos de alimentación y aumentar la rentabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdallh, M., Changa, E., Omede, A., Uchenna, E., Qahtani, M., Cadogan, D., & Ade, P. (2024). Endogenous enzyme activities, digestibility of nutrients and digestive physiology as affected by high inclusion of cottonseed meal in broiler chicken diets. *European Journal of Agriculture & Food Sciences*, 1-10.
- Abdel, K., Youssef, E., Magdy, M., Ghoneim, S., Abdelatif, H., Deif, R., & Elokil, A. (2022). Gut microbiota, intestinal morphometric characteristics, and gene expression in relation to the growth performance of chickens. *Animals*, 3474.
- Abdiansyah, W., Dharmawati, N. D., & Renjani, R. A. (2023). Analisa Pengaruh Metode Pencucian Nozzle Sludge Centrifuge terhadap Kehilangan Minyak pada Final Effluent. *Agricultural engineering innovation journal*. <https://doi.org/10.55180/aei.v1i2.706>
- Adjei, B., Oso, O., Oke, E., Kuka, T., Sasu, P., Agbehadzi, R., & Tona, K. (2025). Hypocholesterolemic potentials of garlic on the lipid profile of poultry birds and poultry products: A review. *Journal of Applied Poultry Research*, 100509.
- Ahmed, A., Abdel, W., Khaled, R., Hussein, A., Zienhom, S., & Lohakare, J. (2022). Effects of zinc oxide nanoparticles on the performance of broiler chickens under hot climatic conditions. *Biological Trace Element Research*, 5218-5225.

- Akbaribazm, M., Khordad, E., & Rahimi, M. (2024). A review on male infertility and herbal medicine: Complementary and alternative therapies in animal models. *OBM Genetics*, 221.
- Al-Snafi, A. (2020). A review on *Nasturtium officinale*: A potential medicinal plant. *IOSR Journal of Pharmacy*, 33-43.
- Amin, M., Najafipour, H., & Abbas, M. (2024). An updated comprehensive review of plants and herbal compounds with antiasthmatic effect. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 5373117.
- Azmir, J., & Zaidul, I. (2023). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review | Request PDF. *ResearchGate*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>
- Barbu, N., Boiu, O., Cornea, C., & Babeanu, N. (2022). Microbial biostimulants increase bioactive compounds in medicinal plants - A review. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, 170.
- Barszcz, M., Tuśnio, A., & Taciak, M. (2024). Poultry nutrition. *Physical Sciences Reviews*, 611-650.
- Batista, A., Maruri, M., Torres, Y., Álvarez, A., Monge, M., Culcay, M., & Santana, W. (2021). Fitoterapia en la producción de la codorniz (*Coturnix coturnix* japónica). *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*, 1-2.
- Camacho, M., Jerez, M., López, S., Galicia, M., Ávila, N., & Sánchez, E. (2023). Quelites usados en alimentación avícola. *Terra Latinoamericana*, e1650.
- Cedeño, M., Cevallos, M., & Briones, C. (2024). Efecto de los probióticos en el tracto intestinal de pollos de engorde: Revisión sistemática. *Revista Alfa*, 1056-1071.

- Chaudhary, R., Kumar, S., Malik, J., Singh, G., & Siroliya, V. (2023). A review of the phytochemical and pharmacological potential of the watercress plant (*Nasturtium officinale*): A medicinal plant. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Science Archive*, 1-10.
- Choi, J., Kong, B., Bowker, B., Zhuang, H., & Kim, W. (2023). Nutritional strategies to improve meat quality and composition in the challenging conditions of broiler production: A review. *Animals*, 1386.
- Condori, C., Luna, R., Barrera, B., Aspi, R., Condori, G., & Mollericona, D. (2022). Efecto de los probióticos en los parámetros productivos de pollos parrilleros y de postura: Revisión sistemática. *Revista Estudiantil Agro-Vet*, 42-55.
- Corrales, N., & Sevillano, F. E. (2023). Replacement of vitamin E by an extract from an olive oil by-product, rich in hydroxytyrosol, in broiler diets: Effects on growth performance and breast meat quality. *Antioxidants*, 1940.
- Dedousi, A., Kotzamanidis, C., Kritsa, M., Tsourekis, A., Andreadelli, A., Patsios, S., & Sossidou, E. (2022). Growth performance, gut health, welfare and qualitative behavior characteristics of broilers fed diets supplemented with dried common (*Olea europaea*) olive pulp. *Sustainability*, 501.
- Ferdaus, A., Saydur, M., Akter, S., Amin, A., Samad, A., Salam, F., & Youn, S. (2024). Toxicology of dimethoate and its degradation by biological, chemical, and photolytic process. *Journal List. Bacteriol Virol*, 1-19.

- Flores, A., Mejía, Y., Molina, F., & Alfaro, M. (2024). Revisión sistemática sobre los probióticos (*Lactobacillus* spp. y *Enterococcus* spp.) en aves de corral. *Revista Estudiantil Agro-Vet*, 43-54.
- Franzini, D., Cruz, L., Sampaio, S., Borges, K., Varros, H., Santana, F., & Minafra, C. (2022). Blood hematological and hormonal indicators of stress in poultry. *Research, Society and Development*, e16111326303.
- García, C., & Maldonado, M. (2024). Revisión Sistemática De Los Casos De Alergia Por Siphonaptera Y Sus Posibles Alérgenos En La Región Sierra Del Ecuador, 889 - 914.
- Goncaleves, B., Regina, I., & Krychak, S. (2021). Etnoveterinária: A Fitoterapia Aplicada A Medicina De Animais De Companhia. *Revista Fitos*, 1-5.
- González-Castejón, M., & Rodríguez-Casado, A. (2021). Dietary phytochemicals and their potential effects on obesity: A review. *Pharmacological Research*, 64(5), 438–455. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2011.07.004>
- Hibbert, L., & Taylar, G. (2022). Improving Phosphate Use Efficiency In The Aquatic Crop Watercress (*Nasturtium Officinale*). *Horticulture Research*, 1-10.
- Huang, Q., Wen, C., Yan, W., Sun, C., Gu, S., Zheng, J., & Yang, N. (2022). Comparative Analysis Of The Characteristics Of Digestive Organs In Broiler Chickens With Different Feed Efficiencies. *Poultry Science*, 102184.
- Kaewsatun, P., Poompramun, C., Kubota, S., Yongsawatdigul, J., Molee, W., Uimari, P., & Moole, A. (2023). Thigh Muscle Metabolic Response Is

Linked To Feed Efficiency And Meat Characteristics In Slow-Growing Chicken. *Poultry Science*, 102741.

Kijkuokool, P., Stepanov, I., Ounjaijean, S., Koonyosying, P., Rerkasem, K., Chuljerm, H., Parklak, W., & Kulprachakarn, K. (2024). Effects of Drying Methods on the Phytochemical Contents, Antioxidant Properties, and Anti-Diabetic Activity of *Nasturtium officinale* R.Br. (Betong Watercress) from Southern Thailand. *Life (Basel, Switzerland)*, 14(9), 1204. <https://doi.org/10.3390/life14091204>

Klimek-Szczykutowicz, M., Dziurka, M., Blažević, I., Đulović, A., Granica, S., Korona-Głowniak, I., Ekiert, H., & Szopa, A. (2020). Phytochemical and Biological Activity Studies on *Nasturtium officinale* (Watercress) Microshoot Cultures Grown in RITA® Temporary Immersion Systems. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 25(22), 5257. <https://doi.org/10.3390/molecules25225257>

Kogut, M. H., & Arsenault, R. J. (2022). Editorial: Gut Health: The New Paradigm in Food Animal Production. *Frontiers in Veterinary Science*, 3, 71. <https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00071>

Llamuca, L., Llamuca, M., & Intriago, V. (2024). Efecto De La Edad De Gallinas Reproductoras En La Incubabilidad Y Calidad Del Pollito Bb: Una Revisión . *Revista Científica Arbitrada En Investigaciones De Salud Gestar*, 184 - 204.

López, G., Mendoza, S., Chávez, M., Campos, M., Curo, W., & Galindo, J. (2022). Valoración De Los Beneficios Nutricionales Del Berro (*Nasturtium*

- Officinale) Para La Anemia En Pampas Tayacaja-Huancavelica. *Gnosis Wisdom*, 6-12.
- Mahdavi, S., Kheyrollahi, M., Sheikhloei, H., & Isazadeh, A. (2019). *Antibacterial and Antioxidant Activities of Nasturtium officinale Essential Oil on Food Borne Bacteria*. <https://doi.org/10.2174/1874285801913010081>
- Moreno, F., Ton, A., Rosa, C., & De Freitas, L. (2021). Use Of Insects As An Alternative In Poultry Nutrition: Review. *Research, Society And Development*, E25.
- Mthana, M., & Mthiyane, D. (2024). Low Dietary Oyster Mushroom Spent Substrate Limitedly Ameliorates Detrimental Effects Of Feeding Combined Marula Seed Cake And Mucuna Seed Meal As Soya Bean Replacements In Broiler Chickens. *Tropical Animal Health And Production*, 37.
- Ndlebe, L., Tyler, N. C., & Ciacciariello, M. (2023). Effect Of Varying Levels Of Dietary Energy And Protein On Broiler Performance: A Review. *World's Poultry Science Journal*, 449-465.
- Nitisha, N., Upadhyay, S., & Rana, M. (2024). An Overview On Phytopharmacological Perspectives Of A Potential Plant Species: *Nasturtium Officinale*. *Sys Rev Pharm*, 257-262.
- Noor, A. S. (2021). The Effect Of Feeding Different Levels Of Dandelion Leaf Powder (*Taraxacum Officinale*) In The Diet On The Productive And Physiological Performance Of Broiler Chickens, Strain Ross-308. In *Iop Conference Series: Earth And Environmental Science*, 12.

- Odani, A., Cavalcante, I., Conceicao, W., Diniz, F., Andrade, A., Rodrigues, J., & Colares, R. (2022). Resultado Cicatricial De Herida Nasal Profunda Con Tratamiento De Fitoterapia En Canino - Reporte De Caso. *Rev. Inv. Vet. Perú*, E24106.
- Oketch, E., Lee, J., Yu, M., Hong, J., Kim, Y., Nawarathne, S., & Heo, J. (2022). Physiological Responses Of Broiler Chickens Fed Reduced-Energy Diets Supplemented With Emulsifiers. *Animal Bioscience*, 1929.
- Paucar, E. (2022). Promotores De Crecimiento Naturales En La Producción De Pollos Broiler. Tesis De Pregrado. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo .
- Pekova, L., Ziarovska, J., & Fernández, E. (2023). Plantas Medicinales Con Actividad Antidiabética Utilizadas En La Medicina Tradicional De Bolivia: Una Compilación. *Blocpma*, 417-430.
- Peña, M., Guzmán, A., Martínez, R., Mesas, C., Prados, J., Porres, J., & Melguizo, C. (2022). Preventive Effects Of Brassicaceae Family For Colon Cancer Prevention: A Focus On In Vitro Studies. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 113145.
- Quishpe, M. (2021). Estudio Del Potencial Productivo De Pollos Broilers Cobb 500 En Las Diferentes Regiones Agroecológicas Del Ecuador. Tesis De Pregrado. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo .
- Ravindran, V., & Abdollahi, M. (2021). Nutrition And Digestive Physiology Of The Broiler Chick: State Of The Art And Outlook. *Animals*, 2795.

- Reyna, J., Martínez, J., Silva, A., López, D., & Castillo, S. (2021). Phytotherapy An Alternative To Pest And Disease Control Of Bees. *Journal Of The Selva Andina Animal Science*, 1-19.
- Saleh, N., Ayoub, M., & Nossair, M. A.-H. (2023). Influence Of Water Quality And Pollution On Broiler's Performance, Vaccine And Antibiotic Efficiencies— A Review. *Annals Of Animal Science*, 1021-1036.
- Sánchez, L., Macias, M., Guitiérrez, M., Arredondo, M., Valencia, M., & Avila, F. (2023). Fibra Como Prebiótico Para Aves De Producción: Una Revisión. *Abanico Veterinario*, 1-12.
- Souza, D., De Moraes, E., & Kiefer, C. (2022). Gestión De Relaciones Con Los Clientes Como Estrategia De Negocios Del Sector Retail En La Provincia De Manabí- Ecuador. *Research, Society And Development*, E19111738862.
- Torrez, I., & Rivera, V. (2024). Producción Del Berro (*Nasturtium Officinale*) En Cuatro Niveles De Altura Verticales Bajo Un Sistema Acuapónico. *Cibum Scientia*, 81-89.
- Yang, B., Li, C., Bardran, A., & Abdel, A. (2023). Effects Of Dietary Incorporation Of *Radix Rehmanniae Praeparata* Polysaccharide On Growth Performance, Digestive Physiology, Blood Metabolites, Meat Quality, And Tibia Characteristics In Broiler Chickens. *Poultry Science*, 103150.
- Zambrano, J., Delgado, A., Zambrano, E., & Peñaherrera, S. (2022). Contaminantes Biológicos Presentes En Fuentes De Agua Del Centro-Sur De La Provincia De Manabí, Ecuador. *Siembra*, 1-10.

- Zamora, R., & Panchana, A. (2024). Gestión De Relaciones Con Los Clientes Como Estrategia De Negocios Del Sector Retail En La Provincia De Manabí- Ecuador. *Psicología, Tecnología En Los Procesos De Contruccionen Sociales*, 138.
- Zhou, H., Mahmood, T., Wu, W., Chen, Y., Yu, Y., & Yuan, J. (2023). High Amylose To Amylopectin Ratios In Nitrogen-Free Diets Decrease The Ileal Endogenous Amino Acid Losses Of Broiler Chickens. *Animal Nutrition*, 111-120.
- Zhu, X., Gao, K., Qi, Y., Yang, G., & Liu, H. (2023). Enzymolytic Soybean Meal Improves Growth Performance, Economic Efficiency And Organ Development Associated With Cecal Fermentation And Microbiota In Broilers Offered Low Crude Protein Diets. *Frontiers In Veterinary Science*.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Fuente: Tomada por Google Maps

Anexo 2. Croquis del ensayo

T0	T1	T2
Alimento balanceado	Alimento balanceado + 2% de extracto de Berro	Alimento balanceado + 5% de extracto de Berro

Anexo 3. Base de datos

Tratamiento	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Consumo Total (g)	Á. Vellosidad (µm²)	Prof. Cripta (µm)	ALT (U/L)	AST (U/L)	Mortalidad
T0	42,00	2.210,50	3.334,87	442,10	93,40	33,10	145,20	0
T0	45,00	2.195,80	3.334,87	438,50	92,80	32,50	144,80	0
T0	45,00	2.225,30	3.334,87	445,20	94,10	34,00	146,50	0
T0	44,00	2.208,10	3.334,87	440,30	93,00	33,20	145,00	0
T0	42,00	2.214,60	3.334,87	441,50	93,40	33,30	145,80	0
T0	42,00	2.230,40	3.334,87	444,80	94,50	34,20	147,00	0
T0	43,00	2.188,90	3.334,87	437,20	92,10	32,10	144,10	0
T0	43,00	2.212,00	3.334,87	441,00	93,20	33,00	145,50	0
T0	45,00	2.220,70	3.334,87	443,10	93,80	33,70	146,20	0
T0	44,00	2.205,50	3.334,87	439,50	92,70	32,80	144,90	0
T0	44,00	2.218,30	3.334,87	442,50	93,60	33,50	146,00	0
T0	43,00	2.211,20	3.334,87	440,80	93,10	33,10	145,40	0
T0	43,00	2.200,40	3.334,87	438,90	92,50	32,60	144,50	0

T0	44,00	2.228,60	3.334,87	444,20	94,30	34,10	146,80	0
T0	44,00	2.216,90	3.334,87	441,90	93,50	33,40	145,90	0
T0	42,00	2.213,10	3.334,87	441,20	93,30	33,20	145,60	0
T0	44,00	2.222,40	3.334,87	443,50	93,90	33,80	146,30	0
T0	45,00	2.207,20	3.334,87	439,80	92,90	32,90	145,10	0
T0	42,00	2.219,50	3.334,87	442,80	93,70	33,60	146,10	0
T0	43,00	2.215,80	3.334,87	441,70	93,50	33,30	145,80	0
T0	42,00	2.203,10	3.334,87	439,10	92,60	32,70	144,70	0
T0	42,00	2.224,00	3.334,87	443,90	94,00	33,90	146,40	0
T0	42,00	2.211,90	3.334,87	440,90	93,10	33,10	145,50	0
T0	44,00	2.209,60	3.334,87	440,50	93,00	33,00	145,30	0
T0	43,00	2.226,70	3.334,87	444,50	94,20	34,00	146,70	0
T0	42,00	2.217,40	3.334,87	442,20	93,60	33,50	146,00	0
T0	42,00	2.213,80	3.334,87	441,30	93,30	33,20	145,70	0
T0	44,00	2.204,90	3.334,87	439,30	92,70	32,70	144,80	0

T0	42,00	2.221,10	3.334,87	443,20	93,80	33,70	146,20	0
T0	42,00	2.216,20	3.334,87	441,80	93,50	33,40	145,90	0
T0	43,00	2.210,00	3.334,87	440,60	93,10	33,10	145,40	0
T0	44,00	2.198,50	3.334,87	438,10	92,30	32,40	144,40	0
T0	45,00	2.235,20	3.334,87	446,50	95,10	34,50	147,50	0
T1	45,00	2.650,40	3.442,93	1.340,20	107,20	33,10	145,80	0
T1	43,00	2.635,80	3.442,93	1.335,50	106,80	32,50	144,50	0
T1	44,00	2.668,30	3.442,93	1.348,90	108,40	34,00	147,20	0
T1	44,00	2.645,10	3.442,93	1.338,70	107,10	33,00	145,20	0
T1	44,00	2.655,90	3.442,93	1.344,20	108,00	33,50	146,10	0
T1	43,00	2.672,40	3.442,93	1.350,10	108,90	34,20	147,80	0
T1	42,00	2.628,90	3.442,93	1.330,20	105,90	32,10	143,90	0
T1	42,00	2.652,00	3.442,93	1.343,10	107,60	33,20	145,90	0
T1	44,00	2.660,70	3.442,93	1.346,10	108,10	33,70	146,50	1
T1	42,00	2.640,50	3.442,93	1.337,50	107,00	32,80	144,80	0

T1	43,00	2.658,30	3.442,93	1.345,50	108,00	33,50	146,20	0
T1	44,00	2.651,20	3.442,93	1.342,80	107,50	33,20	145,70	0
T1	42,00	2.638,40	3.442,93	1.336,10	106,70	32,60	144,40	0
T1	45,00	2.665,60	3.442,93	1.348,20	108,50	34,10	147,00	0
T1	44,00	2.653,90	3.442,93	1.344,10	107,70	33,40	145,90	0
T1	42,00	2.648,10	3.442,93	1.341,20	107,30	33,10	145,30	0
T1	45,00	2.662,40	3.442,93	1.347,50	108,30	33,80	146,60	0
T1	44,00	2.642,20	3.442,93	1.339,80	106,90	32,90	144,90	0
T1	42,00	2.657,50	3.442,93	1.345,80	108,10	33,60	146,30	0
T1	44,00	2.650,80	3.442,93	1.342,70	107,50	33,30	145,80	0
T1	43,00	2.632,10	3.442,93	1.334,10	106,30	32,40	144,10	0
T1	42,00	2.669,00	3.442,93	1.349,50	108,70	34,30	147,50	0
T1	44,00	2.654,20	3.442,93	1.344,40	107,80	33,40	146,00	0
T1	42,00	2.646,30	3.442,93	1.340,50	107,20	33,00	145,40	0
T1	43,00	2.664,70	3.442,93	1.348,10	108,40	34,00	147,10	0

T1	43,00	2.652,40	3.442,93	1.343,30	107,60	33,20	145,80	0
T1	45,00	2.644,80	3.442,93	1.339,30	107,00	32,90	145,10	0
T1	44,00	2.658,10	3.442,93	1.345,20	107,90	33,50	146,20	0
T1	44,00	2.651,20	3.442,93	1.342,80	107,50	33,20	145,70	0
T1	42,00	2.641,00	3.442,93	1.338,60	106,80	32,80	144,90	0
T1	42,00	2.660,10	3.442,93	1.347,10	108,20	33,80	146,60	0
T1	45,00	2.653,20	3.442,93	1.343,80	107,70	33,40	146,00	1
T1	42,00	2.647,50	3.442,93	1.341,50	107,30	33,10	145,30	1
T2	44,00	3.042,80	3.634,87	1.637,50	129,90	33,30	145,80	0
T2	42,00	3.025,20	3.634,87	1.625,40	128,50	32,50	144,20	0
T2	44,00	3.060,40	3.634,87	1.648,90	131,20	34,10	147,50	0
T2	45,00	3.035,10	3.634,87	1.631,20	129,10	32,90	145,10	0
T2	43,00	3.052,70	3.634,87	1.644,20	130,50	33,80	146,90	0
T2	44,00	3.071,90	3.634,87	1.655,80	132,10	34,50	148,20	0
T2	42,00	3.018,60	3.634,87	1.620,10	127,80	32,10	143,50	0

T2	45,00	3.045,00	3.634,87	1.639,10	130,20	33,40	146,10	0
T2	42,00	3.058,20	3.634,87	1.647,50	131,00	34,00	147,20	0
T2	43,00	3.032,40	3.634,87	1.629,50	128,90	32,80	144,80	0
T2	43,00	3.049,80	3.634,87	1.642,10	130,40	33,70	146,50	0
T2	45,00	3.041,50	3.634,87	1.636,80	129,80	33,20	145,70	0
T2	42,00	3.022,10	3.634,87	1.622,80	128,10	32,40	143,90	0
T2	43,00	3.065,70	3.634,87	1.652,20	131,70	34,30	147,90	0
T2	45,00	3.048,20	3.634,87	1.641,40	130,30	33,60	146,40	0
T2	44,00	3.039,40	3.634,87	1.634,90	129,60	33,10	145,50	0
T2	44,00	3.055,10	3.634,87	1.645,80	130,80	33,90	147,10	0
T2	44,00	3.030,70	3.634,87	1.628,20	128,70	32,70	144,60	0
T2	44,00	3.046,90	3.634,87	1.640,50	130,20	33,50	146,30	0
T2	43,00	3.042,60	3.634,87	1.637,20	129,90	33,30	145,80	0
T2	43,00	3.015,40	3.634,87	1.618,30	127,50	32,00	143,20	0
T2	42,00	3.075,10	3.634,87	1.658,20	132,50	34,60	148,50	0

T2	45,00	3.050,50	3.634,87	1.642,90	130,60	33,70	146,70	0
T2	43,00	3.037,80	3.634,87	1.633,50	129,40	33,10	145,30	0
T2	45,00	3.062,30	3.634,87	1.650,10	131,40	34,20	147,70	0
T2	44,00	3.044,20	3.634,87	1.638,60	130,10	33,40	145,90	0
T2	45,00	3.031,90	3.634,87	1.629,10	128,80	32,80	144,70	0
T2	44,00	3.054,40	3.634,87	1.645,30	130,80	33,90	147,00	0
T2	45,00	3.042,00	3.634,87	1.636,80	129,80	33,30	145,70	0
T2	43,00	3.028,50	3.634,87	1.627,10	128,60	32,60	144,40	0
T2	44,00	3.057,60	3.634,87	1.647,20	131,00	34,00	147,30	0
T2	44,00	3.046,10	3.634,87	1.639,80	130,20	33,50	146,20	0
T2	42,00	3.034,70	3.634,87	1.630,90	129,00	32,90	145,00	0
T2	43,00	3.023,23	3.634,87	1.623,00	128,07	32,37	143,87	0

Anexo 4. Fotografías



A condicionamiento para las aves



Peso de los pollitos broiler



División de tratamientos



Vacunación biológica



Obtención del berro



Visita de campo

Anexo 5. Exámenes de laboratorio

INFORME HISTOLÓGICO

SOLICITANTE: Juan Carlos Chacha Rochina & Phander Sebastian Vistin Vistin

FECHA: 25-11-2025

ESPECIE: Pollo Broiler

LÍNEA: C o o b 5 0 0

EDA: 42 días

SEXO: Machos

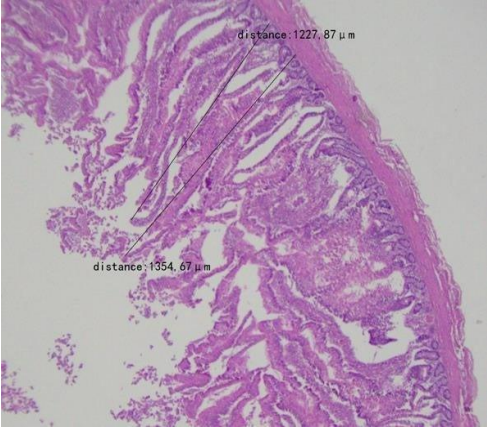
MUESTRA: Intestino

TINCIÓN: Hematoxilina y eosina

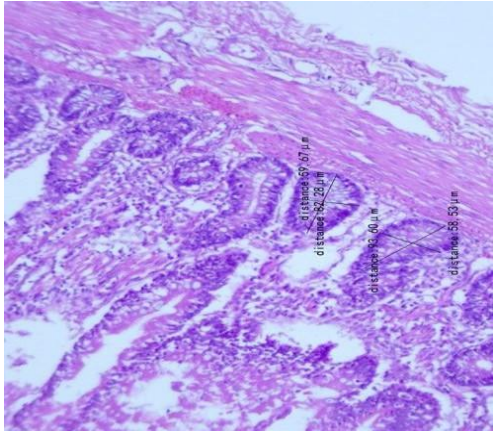
Descripción microscópica: La lectura microscópica fue realizada en un aumento de 4x, donde se evaluó la longitud en milimicras de la vellosidad intestinal (L), diámetro (d) y profundidad de la cripta de Lieberkühn (P).

N.	L1	L2	L3	X	D1	D2	D3	X	P1	P2	P3	X
T0	1227.87	1300.75	1330.44	1279.48	45.2	52.1	54.59	50.63	90.3	94.8	95.1	93.4
T1	1354.67	1300.6	1374.8	1343.4	50.15	55.25	59.69	55.03	100.4	110.2	112.5	107.7
T2	1600.7	1650.9	1659	1637.2	60.3	70.1	71.35	67.25	120.5	130.6	138.6	129.9

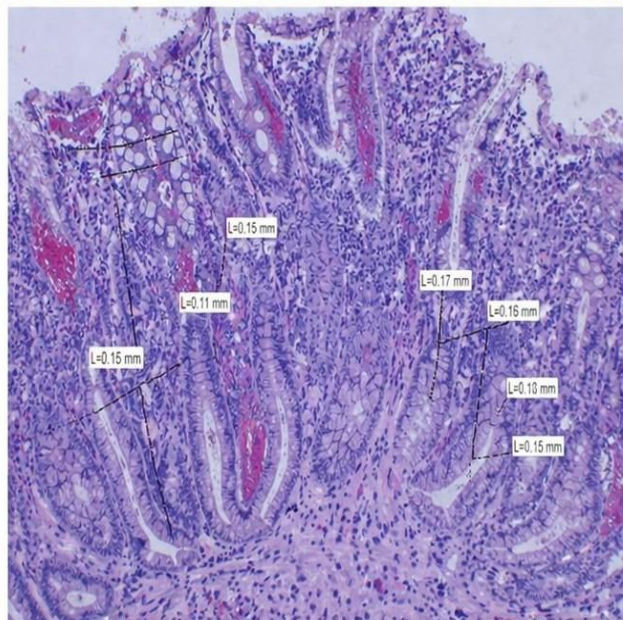
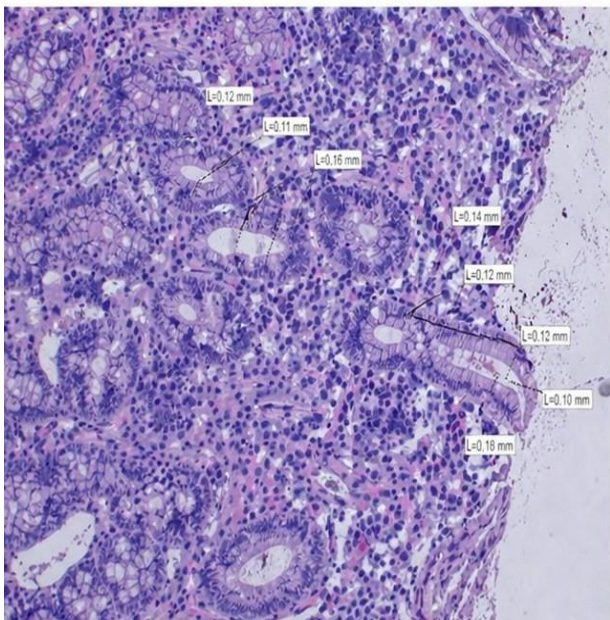
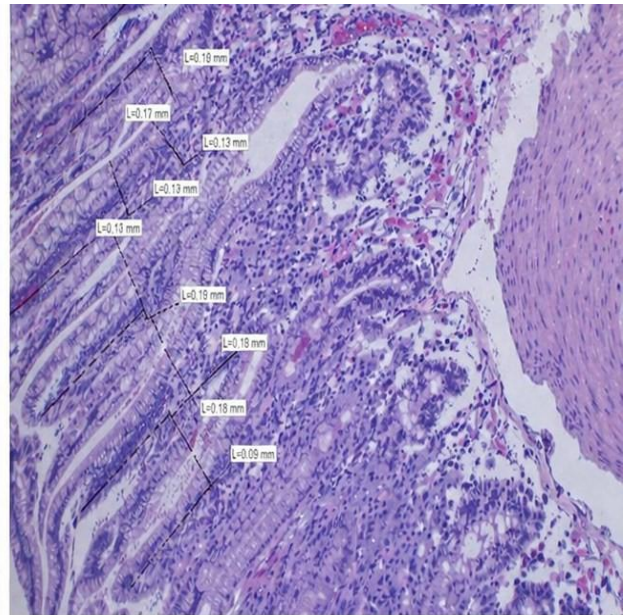
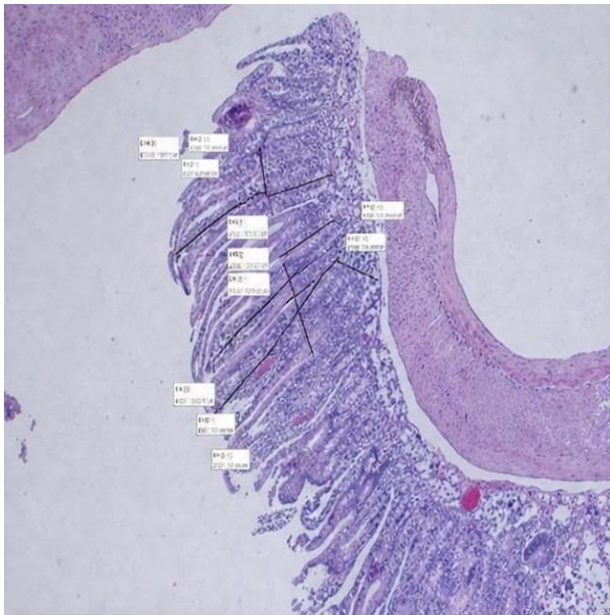
a) Largo de las vellosidades



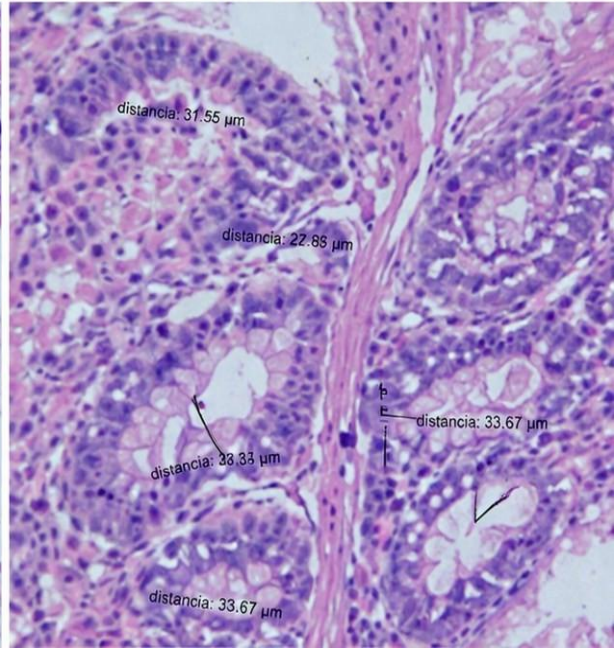
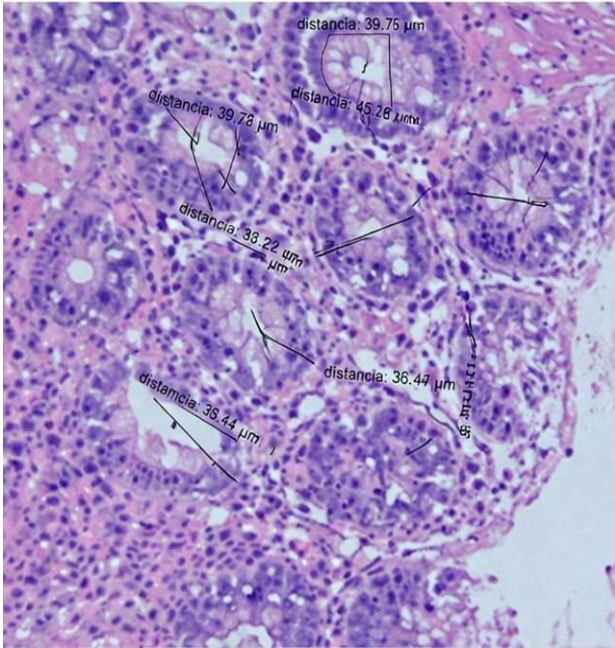
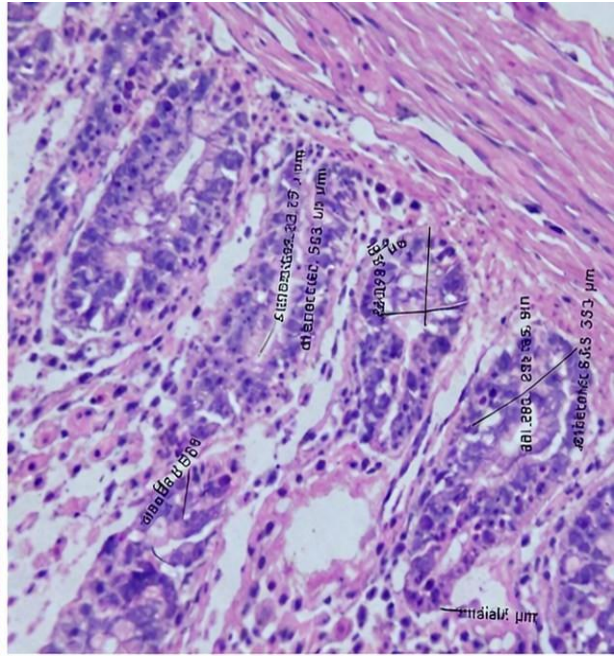
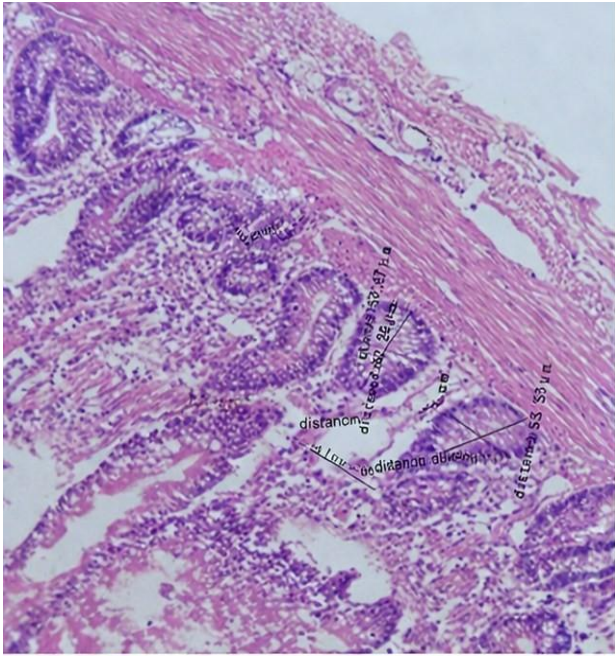
b) Diámetro y profundidad criptas



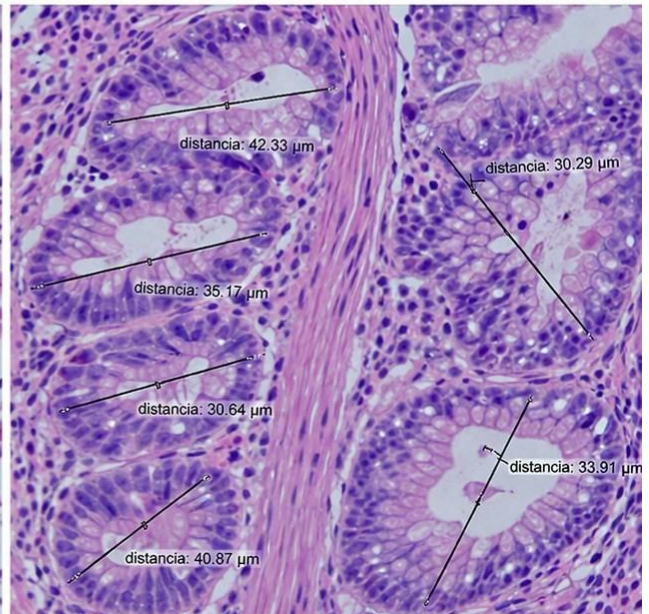
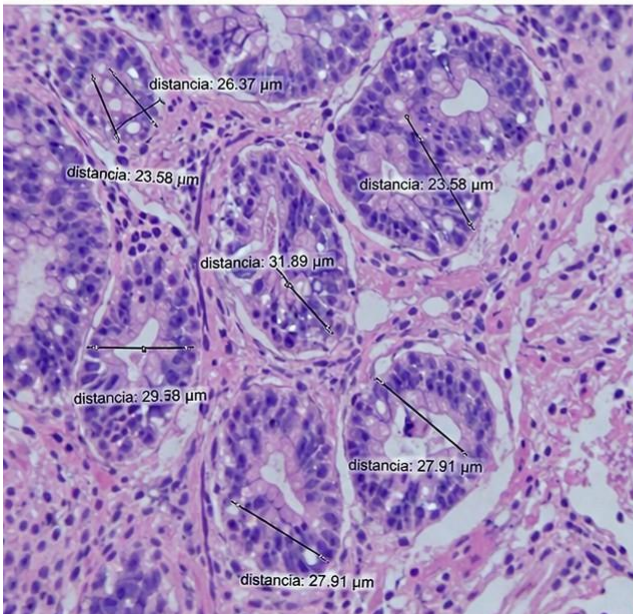
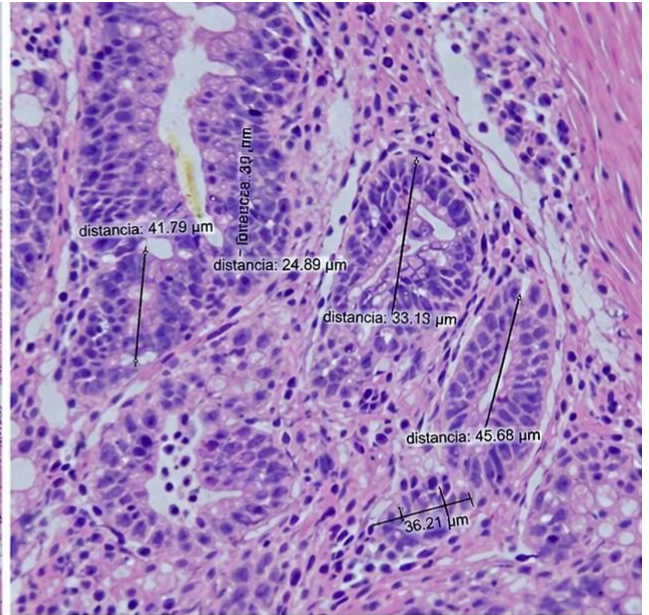
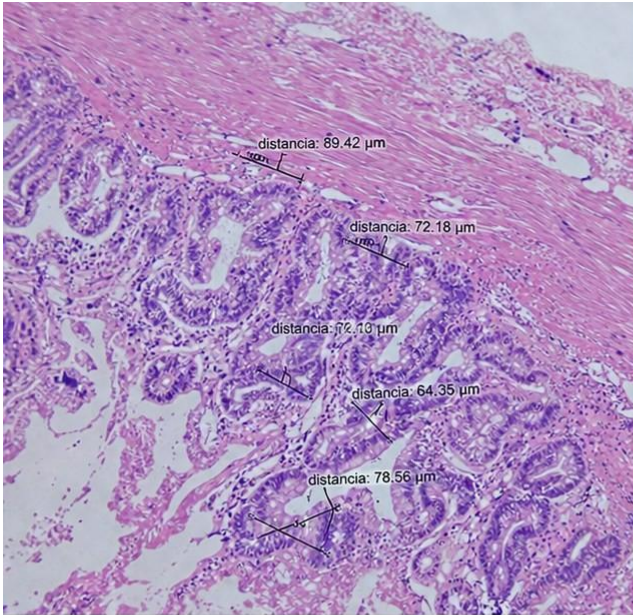
Tratamiento 0



Tratamiento 1



Tratamiento 2



Dr. Sergio Chacha MVZ Msc.



Firmado electrónicamente por:
SERGIO ROLANDO CHACHA VEGA
Validar Únicamente con FirmaEC

Anexo 6. Glosario de términos técnicos

AST (Aspartato Aminotransferasa): Enzima hepática cuya concentración en sangre se utiliza como indicador de daño hepático o estrés metabólico en animales.

ALT (Alanina Aminotransferasa): Enzima específica del hígado. Su elevación en suero indica alteraciones en la función hepática.

Berro (*Nasturtium officinale*): Planta acuática de la familia Brassicaceae con propiedades antioxidantes, hepatoprotectoras, antiinflamatorias y antimicrobianas, utilizada en estudios experimentales por sus beneficios farmacológicos.

Células caliciformes: Células especializadas en secretar mucina, que protegen la mucosa intestinal frente a agentes patógenos y estrés mecánico.

Citocinas proinflamatorias: Moléculas de señalización (IL-1 β , TNF- α , IL-6) que participan en la respuesta inmune y regulan procesos inflamatorios intestinales.

Conversión Alimenticia: Indicador zootécnico que relaciona la cantidad de alimento consumido con la ganancia de peso del animal. Se expresa en kilogramos de alimento por kilogramo de peso vivo ganado.

Crecimiento Productivo: Incremento del peso corporal de los animales a lo largo del tiempo, reflejo del desarrollo físico y eficiencia alimenticia.

Claudinas, ocludinas y zonulina: Proteínas de las uniones estrechas del epitelio intestinal, regulan la permeabilidad intestinal y la integridad de la barrera mucosa.

Duodeno: Primera porción del intestino delgado, clave en la digestión y absorción de nutrientes. Se analiza histológicamente para evaluar salud intestinal.

Digestibilidad: Capacidad del ave para descomponer y absorber nutrientes de los alimentos. Es clave para evaluar eficiencia alimenticia.

Digestión intestinal: Proceso mediante el cual enzimas, microbiota y secreciones intestinales descomponen nutrientes para su absorción.

Extracto Hidroalcohólico: Preparado obtenido por maceración de material vegetal en una mezcla de agua y alcohol, que permite extraer compuestos bioactivos con propiedades terapéuticas.

Fibra detergente neutra (FDN): Medida de la fibra estructural de los alimentos. En aves influye en la motilidad intestinal y microbiota.

Histología Intestinal: Estudio microscópico de los tejidos del intestino, que permite identificar cambios estructurales, presencia de inflamación o alteraciones en vellosidades y criptas.

Microbiota intestinal: Conjunto de microorganismos benéficos y patógenos que habitan el tracto digestivo, regulando la digestión, el metabolismo y la inmunidad.

Mortalidad: Número o proporción de animales que mueren durante el periodo experimental. Es un parámetro sanitario y de manejo.

Mucina: Glicoproteína secretada en el intestino que actúa como barrera protectora contra microorganismos y toxinas.

sIgA (Inmunoglobulina A secretora): Anticuerpo localizado en la mucosa intestinal, esencial en la defensa frente a patógenos entéricos.

Superóxido Dismutasa (SOD): Enzima antioxidante que neutraliza radicales libres, utilizada como biomarcador de estrés oxidativo.

Toma de Muestra Sanguínea: Procedimiento mediante el cual se recolecta sangre del animal para la evaluación de parámetros bioquímicos.

Tratamiento Experimental: Diferente grupo de animales que reciben una dieta o intervención específica (como extracto de berro), según el diseño estadístico planteado.

Índice Beneficio/Costo (B/C): Relación entre el ingreso económico generado por la producción y el costo total invertido. Indica la rentabilidad del tratamiento.