UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE RESIDUOS DE COSECHA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris*) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE"

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Médica Veterinaria

Autora:
Peñaherrera Arévalo Emily Gissel

Tutora:
Silva Déley Lucia Monserrath

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Peñaherrera Arévalo Emily Gissel, con cédula de ciudadanía No. 1004077028, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **"EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE RESIDUOS DE COSECHA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris*) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE"**, siendo Ingeniera Mg. Lucia Monserrath Silva Déley, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 07 de agosto del 2026

Emily Gissel Peñaherrera Arévalo
C.C: 1004077028
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PEÑAHERRERA ARÉVALO EMILY GISSEL**, identificada con cédula de ciudadanía **1004077028** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Medicina Veterinaria titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **"EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE RESIDUOS DE COSECHA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris*) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE"**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2021 – Marzo 2022

Finalización de la carrera: Abril 2026 – Agosto 2026

Tutor: Ing. Silva Déley Lucia Monserrath, Mg.

Tema: **"EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE RESIDUOS DE COSECHA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris*) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE"**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
b) La publicación del trabajo de grado.
c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 07 días del mes de agosto de 2026.

Peñaherrera Arévalo Emily Gissel	Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CEDENTE	**LA CESIONARIA**

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

"**EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE RESIDUOS DE COSECHA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris*) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE**", de Peñaherrera Arévalo Emily Gissel, de la carrera de Medicina Veterinaria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 07 de agosto del 2026

Ing. Silva Déley Lucia Monserrath, Mg.
C.C: 0602933673
DOCENTE TUTORA

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Peñaherrera Arévalo Emily Gissel, con el título del Proyecto de Investigación: "**EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE RESIDUOS DE COSECHA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris*) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE**", ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 07 de agosto del 2026

DMV. Edilberto Chacón Marcheco, Ph.D.
C.I: 1756985691
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Dra. Blanca Mercedes Toro Molina, Mg.
C.C: 0501720999
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Dra. Nancy Margoth Cueva Salazar, Mg.
C.C: 0501616353
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo y sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme académica y profesionalmente. En sus aulas no solo adquirí conocimientos fundamentales para ejercer mi profesión, sino también experiencias y aprendizajes que permanecerán conmigo a lo largo de toda mi vida. Gracias por convertirse en el espacio donde mis sueños comenzaron a tomar forma y por permitirme alcanzar una de las metas más importantes de mi camino.

A mi tutora, la Ing. Lucia Silva, le expreso mi especial gratitud por su paciencia, dedicación y valiosa orientación durante el desarrollo de este proyecto. Sus conocimientos, consejos y palabras de motivación fueron fundamentales para superar cada dificultad y continuar avanzando.

Al Ing. Luis Padilla, mi agradecimiento más sincero por su invaluable ayuda en la realización de este proyecto. Su colaboración, disposición y generosidad fueron esenciales para que esta investigación pudiera llevarse a cabo y por convertirse en una parte fundamental de este logro.

Al Dr. Roberto Flores, le agradezco profundamente por su apoyo incondicional, sus acertados consejos, me ayudaron a enfrentar cada desafío con mayor seguridad, responsabilidad y perseverancia.

A mi querido amigo David, le agradezco de todo corazón por brindarme una amistad sincera y por permanecer a mi lado durante la etapa final de este proyecto. Su apoyo y compañía fueron muy importantes en los momentos de cansancio y dificultad.

Emily Gissel Peñaherrera Arévalo

DEDICATORIA

Dedico este logro, con todo el amor que existe en mi corazón, a mi abuelita, mi ángel, quien me acompañó durante todos estos años, quien guió cada uno de mis viajes y se convirtió en mi compañía, sé que desde el cielo cuidó cada uno de mis pasos, sostuvo mi vida en los momentos más difíciles y me dió la fortaleza necesaria para continuar. Estoy segura de que hoy contempla este logro con orgullo y que, de alguna manera, celebra conmigo.

A mi abuelito Gabriel le agradezco por la sabiduría de sus palabras, por preocuparse por cada etapa de mi vida y por regalarme la tranquilidad de saber que siempre cuento con su cariño. Su presencia y apoyo han sido una parte muy importante de este recorrido.

A mi madre, quien lo es absolutamente todo para mí. A la mujer que, a pesar de la distancia, jamás dejó que me sintiera sola; que me entregó su amor, su apoyo, su confianza y todo cuanto estuvo a su alcance para que pudiera cumplir este sueño. En los documentos aparece mi nombre, pero este logro le pertenece completamente a ella, porque detrás de cada paso que di estuvieron sus esfuerzos, sus sacrificios y su amor incondicional. Gracias mamá por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por ser mi refugio, mi fuerza y el motivo más grande para no rendirme. Todo lo que soy y todo lo que he alcanzado siempre llevará una parte de ti.

A Patico, una persona muy especial a quien estimo profundamente y a quien agradezco de corazón por haberme brindado siempre su apoyo incondicional durante esta trayectoria.

A mis amigas Danny, Isa, Dome y Joss, por haber crecido conmigo y por convertirse, con el paso de los años, en la familia que la vida me permitió elegir que, sin importar la distancia, el tiempo o las dificultades, siempre encontraron la manera de permanecer a mi lado y recordarme que nunca estaba sola. Gracias por cada abrazo que llegó cuando las palabras ya no eran suficientes, por cada conversación que sanó silenciosamente mis heridas, por cada risa que devolvió luz a mis días y por celebrar mis alegrías como si fueran suyas.

Emily Gissel Peñaherrera Arévalo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE RESIDUOS DE COSECHA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris*) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE".

Autora:
Peñaherrera Arévalo Emily Gissel

RESUMEN

La producción avícola ecuatoriana enfrenta el desafío de mantener el rendimiento productivo de los pollos de engorde y disminuir la dependencia de los antibióticos utilizados como promotores del crecimiento, debido a los riesgos asociados con residuos farmacológicos en la carne y resistencia antimicrobiana. Ante esta problemática y la limitada información local sobre subproductos vegetales fermentados en la alimentación avícola, la investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del consumo de una bebida fermentada elaborada con tallos y hojas de remolacha (*Beta vulgaris*) como probiótico en pollos de engorde. Se caracterizó la composición física, química y microbiológica del fermentado, se evaluaron los parámetros productivos y se estableció la relación beneficio/costo de los tratamientos. Se utilizaron 96 pollos de la línea Ross 308, distribuidos mediante un Diseño Completamente al Azar en cuatro tratamientos: T0, agua sin fermentado; T1, 1 %; T2, 2 %; y T3, 3 % de bebida fermentada. Cada tratamiento estuvo conformado por cuatro repeticiones de seis aves, y la suplementación se administró desde el décimo día de vida hasta el final del periodo experimental. Los datos fueron analizados mediante ANOVA, con un nivel de significancia del 5 %. La bebida presentó consistencia líquida, color marrón rojizo, olor ligeramente ácido-dulce, pH de 3,62 y ácido láctico de 21,86 g/L; además, se identificó *Lactobacillus spp., Bacillus subtilis, Saccharomyces cerevisiae* y levaduras benéficas. El peso vivo, la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos, lo que indicó un comportamiento productivo similar al control. El consumo de agua fue la única variable productiva con diferencias significativas, evidenciando que las concentraciones del fermentado influyeron sobre la ingestión hídrica. Durante el estudio se registraron seis casos de síndrome ascítico confirmados mediante necropsia, equivalentes a una mortalidad del 6,25 %, sin evidencia de asociación con la suplementación. Para el análisis económico todos los tratamientos presentaron relaciones beneficio/costo superiores a uno: T0 alcanzó 1,38; T1, 1,36; T2, 1,31; y T3, 1,33. Los ingresos permitieron recuperar la inversión y generar utilidad, siendo T0 el tratamiento de mayor rentabilidad general y T1 la alternativa más favorable entre los grupos suplementados. Se concluye que la bebida fermentada de residuos de remolacha no modificó significativamente el desempeño productivo general, aunque produjo variaciones en el consumo de agua. La investigación aportó información técnica sobre el aprovechamiento de residuos agrícolas para elaborar suplementos fermentados; sin embargo, su aplicación productiva requiere optimizar los costos de elaboración y comercialización.

Palabras clave: bebida fermentada; residuos de remolacha; probiótico; pollos de engorde; parámetros productivos.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "EFFECT OF CONSUMING A FERMENTED BEVERAGE MADE FROM BEET (*Beta vulgaris*) HARVEST RESIDUES AS A PROBIOTIC IN BROILER CHICKENS"

Author:
Peñaherrera Arévalo Emily Gissel

ABSTRACT

Ecuador's poultry industry faces the challenge of maintaining the productive performance of broiler chickens while reducing reliance on antibiotics used as growth promoters, due to the risks associated with drug residues in meat and antimicrobial resistance. Given this problem and the limited local information on fermented plant byproducts in poultry feed, the objective of this study was to evaluate the effect of feeding a fermented beverage made from beet (*Beta vulgaris*) stems and leaves as a probiotic to broiler chickens. The physical, chemical, and microbiological composition of the fermented product was characterized; production parameters were evaluated; and the cost-benefit ratio of the treatments was determined. A total of 96 Ross 308 broiler chickens were used, distributed via a completely randomized design across four treatments: T0, water without the fermented beverage; T1, 1%; T2, 2%; and T3, 3% of the fermented beverage. Each treatment consisted of four replicates of six birds, and the supplement was administered from the tenth day of life until the end of the experimental period. The data were analyzed using ANOVA, with a significance level of 5%. The drink had a liquid consistency, a reddish-brown color, a slightly sweet-and-sour odor, a pH of 3.62, and a lactic acid concentration of 21.86 g/L; in addition, *Lactobacillus spp*., *Bacillus subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, and beneficial yeasts were identified. Live weight, weight gain, feed intake, and feed conversion ratio did not show statistically significant differences among treatments, indicating productive performance similar to that of the control group. Water intake was the only productive variable with significant differences, indicating that the concentrations of the fermented product influenced water intake. During the study, six cases of ascites syndrome were recorded and confirmed by necropsy, corresponding to a mortality rate of 6.25%, with no evidence of an association with supplementation. For the economic analysis, all treatments had benefit-to-cost ratios greater than one: T0 reached 1.38; T1, 1.36; T2, 1.31; and T3, 1.33. Revenues allowed for recovery of the investment and generated a profit, with T0 being the treatment with the highest overall profitability and T1 the most favorable alternative among the supplemented groups. It is concluded that the fermented beet residue drink did not significantly alter overall productive performance, although it did cause variations in water consumption. The research provided technical information on the use of agricultural byproducts to produce fermented supplements; however, their practical application requires optimizing production and marketing costs.

Keywords: fermented beverage; beet byproducts; probiotic; broiler chickens; production parameters.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA ii

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR iii

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN v

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN vi

AGRADECIMIENTO vii

DEDICATORIA viii

RESUMEN ix

ABSTRACT x

1. INFORMACIÓN GENERAL 1

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 2

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 3

3.1. Beneficiarios directos 3

3.2. Beneficiarios indirectos 3

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN: 3

5. OBJETIVOS: 4

5.1. Objetivo General 4

5.2. Objetivos Específicos 4

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS 5

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA 6

7.1. Relevancia de la producción avícola ecuatoriana 6

7.2 Pollos de engorde 7

7.2.1 Línea de engorde Ross 308 7

7.2.2 Características técnicas 8

7.3 Morfofisiología de las aves 8

7.3.1. Pico y esófago 9
7.3.2. Buche 9
7.3.3. Proventrículo 9
7.3.4. Molleja 9
7.3.5. Intestino delgado 10
7.3.6. Ciegos 10
7.3.7. Intestino grueso y cloaca 10
7.4 Alimentación de la línea de aves de engorde 10
7.4.1. Nutrición 11
7.5 Digestión y absorción de nutrientes 12
7.5.1. Digestión de Carbohidratos 12
7.5.2. Digestión de proteínas 12
7.5.3. Digestión de lípidos 12
7.5.4. Macrominerales, microminerales y vitaminas 13
7.6 Sistemas de producción avícola 13
7.6.1. Sistema de producción extensivo 14
7.6.2. Sistema de producción semi-intensivo 14
7.6.3. Sistema de producción intensivo 14
7.7 Elementos clave que condicionan el sistema productivo avícola 15
7.7.1. Temperatura 15
7.7.2. Ventilación 15
7.7.3. Agua de bebida 16
7.7.4. Densidad de población y espacio por ave 16
7.8 Parámetros de desempeño productivo en pollos de engorde 18
7.9 Clasificación de alternativas al uso de antibióticos en la producción avícola 20
7.10 Fermentación aplicada en la producción avícola 22
7.11 Generalidades de la remolacha *(Beta vulgaris)* 22

8. VALIDACION DE LAS HIPÓTESIS 24
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL 24
9.1. Ubicación del experimento 25
9.2. Situación geográfica y climática 25
9.3. Duración del experimento 25
9.4. Diseño de la investigación 25
9.5. Procedimiento experimental 27
9.6. Fase de campo 28
9.7. Variables productivas 30
9.8. Variables Económicas 32
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 32
10.1. Análisis físico, químico y microbiológico del fermento de residuos de cosecha (tallos y hojas) de remolacha (*Beta vulgaris*) 32
10.2. Parámetros productivos 37
10.3. Relación beneficio- costo 44
11. IMPACTOS 46
11.1. Impacto técnico 46
11.2. Impacto social 46
11.3. Impacto económico 46
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 47
12.1. CONCLUSIONES 47
12.2. RECOMENDACIONES 48
13. BIBLIOGRAFÍA 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1Esquema de desarrollo del proyecto por objetivo planteado.....5
.Tabla 2 Descripción del manejo experimental por tratamientos. 26
Tabla 3 Esquema del experimento para el desempeño productivo en pollos de engorde durante la fase inicial, crecimiento y acabado.....26
Tabla 4 Análisis físico de la fermentación de residuos de cosecha (tallos y hojas) de remolacha 33
Tabla 5 Análisis químico de la fermentación de residuos de cosecha (tallos y hojas) de remolacha (Beta vulgaris).....34
Tabla 6 Análisis de minerales de la fermentación de residuos de cosecha (tallos y hojas) de remolacha.....35
Tabla 7 Composición microbiológica del fermento de residuos de cosecha (tallos y hojas) de remolacha.....37
Tabla 8 Resultados del análisis estadístico para el parámetro peso vivo (PV).....38
Tabla 9 Peso promedio de ganancia de peso semanal en pollos broiler.....39
Tabla 10 Conversión alimenticia semanal en pollos broiler. 40
Tabla 11 Resultados del análisis estadístico para el consumo de alimento.....41
Tabla 12 Resultados del análisis estadístico para el consumo de agua 42
Tabla 13 Mortalidad de los pollos del proyecto 43
Tabla 14 Descripción de egresos e ingresos para el parámetro beneficio-costo 44

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto: "EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE RESIDUOS DE COSECHA DE REMOLACHA (*Beta vulgaris*) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE"

Fecha de inicio: Abril 2026

Fecha de finalización: Agosto 2026

Lugar de ejecución: Provincia de Imbabura- Cantón Ibarra- Parroquia San Antonio de Ibarra- Sector Chorlaví

Facultad que auspicia: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación vinculado: Recursos Zoogenéticos Locales, conservación y desarrollo sostenible.

Equipo de Trabajo:

Emily Gissel Peñaherrera Arévalo (Anexo 1)

Ing. Lucia Monserrath Silva Déley, Mg. (Anexo 2)

Área de Conocimiento:

Área: Agricultura

Subárea: Veterinaria

Línea de investigación:

Análisis, conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad, fauna y recursos naturales para el desarrollo sustentable y la prevención de desastres naturales / Producción y biotecnología animal.

Línea de vinculación de la carrera:

Producción animal y Nutrición

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La producción avícola constituye una de las actividades pecuarias de mayor importancia a nivel mundial debido a su capacidad para suministrar proteína animal de alta calidad en períodos relativamente cortos y a costos accesibles para la población. En el Ecuador esta actividad productiva desempeña un papel estratégico en la seguridad alimentaria y en el crecimiento económico, al constituir una fuente significativa de empleo e ingresos para numerosos productores. Sin embargo, el crecimiento constante de este sector ha incrementado la demanda de insumos alimenticios y aditivos que permitan mejorar la eficiencia productiva de las aves, manteniendo al mismo tiempo adecuados estándares de bienestar animal, inocuidad alimentaria y sostenibilidad ambiental (1).

La remolacha (*Beta vulgaris*) en particular, sus hojas y tallos; contienen fibra, carbohidratos fermentables y compuestos bioactivos con potencial funcional. Estos componentes tras ser sometidos al proceso de fermentación, transforman su composición, incrementan la disponibilidad de sustratos fermentables y enriquecerlos con metabolitos beneficiosos producidos por microorganismos, lo que los convierte en candidatos prometedores para su uso como probióticos (2).

El desarrollo de una bebida fermentada a partir de residuos vegetales constituye una estrategia de valor agregado que aprovecha subproductos agrícolas, disminuye desperdicios y ofrece una alternativa de bajo costo para la suplementación de la dieta avícola. Por otro lado, la evaluación de esta alternativa nutricional responde a la creciente problemática mundial de la resistencia a los antimicrobianos (RAM), consolidándose como una estrategia biotecnológica innovadora con potencial para sustituir el uso de antibióticos empleados para optimizar el crecimiento y desempeño productivo de los animales (3).

Además la limitada disponibilidad de información científica a nivel local sobre el uso de bebidas fermentadas elaboradas a partir de residuos agrícolas y su efecto sobre los parámetros productivos de los pollos de engorde restringe la adopción de estas alternativas naturales dentro de los sistemas avícolas. La obtención de estos resultados aportará conocimientos técnicos y científicos que faciliten la valorización de residuos agropecuarios y la implementación de prácticas productivas más sostenibles y eficientes en la avicultura regional (4).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

-Pequeños y medianos productores avícolas.
-Estudiantes de la carrera de Medicina veterinaria

3.2. Beneficiarios indirectos

- Consumidores de carne de aves de corral.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

En nuestro país, la producción avícola constituye una fuente importante de proteína animal y de ingresos para numerosas familias ecuatorianas. Durante 2024 se registraron 44 millones de pollos de engorde criados en planteles avícolas, la magnitud de esta actividad exige al productor la aplicación de estrategias orientadas a mantener la sanidad y mejorar el rendimiento de las aves, históricamente los antibióticos han sido utilizados no solo para prevenir y tratar enfermedades, sino también como promotores del crecimiento con el propósito de incrementar la ganancia de peso y optimizar la eficiencia alimenticia (5).

Entre los riesgos asociados al uso inadecuado de antibióticos se encuentra la permanencia de residuos farmacológicos en la carne, principalmente cuando no se respetan las dosis ni los periodos de retiro antes del faenamiento. Suárez (6), al analizar 40 muestras de carne de pollo comercializadas en Machala, determinó que el 17,5 % resultó positivo a residuos de antibióticos, equivalente a siete muestras, todas procedentes de mercados municipales. Este hallazgo demuestra que el consumidor puede estar expuesto a carne con residuos farmacológicos.

Frente al caso de microorganismos resistentes en la carne de pollo; Amancha et al. (7) analizaron 383 canales procedentes de 199 centros de faenamiento del Ecuador y encontraron que el 90 % de los aislamientos de Escherichia coli y Salmonella presentó resistencia al menos a un antimicrobiano de importancia crítica para la salud humana. La resistencia a tetraciclina alcanzó el 71 % en E. coli y el 90 % en Salmonella. Demostrando que el problema no se limita a los residuos farmacológicos, sino que también comprende la posible exposición del usuario a bacterias resistentes.

Los probióticos constituyen una alternativa a los antibióticos promotores del crecimiento, debido a que aportan sustratos capaces de estimular selectivamente microorganismos beneficiosos y favorecer el equilibrio de la microbiota intestinal. En este contexto, los subproductos de remolacha (*Beta vulgaris*) presentan potencial probiótico por su contenido de fibra, carbohidratos fermentables y compuestos bioactivos. La fermentación de estas matrices vegetales puede incrementar la disponibilidad de dichos componentes, facilitar su utilización y contribuir al desempeño productivo (8).

La evidencia disponible sobre el aporte nutricional de los subproductos vegetales y su incorporación en bebidas fermentadas aún es limitada en la producción avícola. Esta situación dificulta establecer su efecto sobre los parámetros productivos y definir un nivel de inclusión que resulte funcional sin aumentar innecesariamente los costos (9).

5. OBJETIVOS:

5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto del consumo de bebida fermentada de residuos de cosecha de remolacha *(Beta vulgaris)* como probiótico en pollos de engorde.

5.2. Objetivos Específicos

● Determinar la composición física, química y microbiológica del fermentado de remolacha para comprobar su calidad y aporte nutricional para la alimentación de pollos de engorde.

● Evaluar los parámetros productivos (peso vivo, consumo de alimento y agua, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad) en pollos de engorde mediante la suplementación de la bebida fermentada de residuos de cosecha de remolacha *(Beta vulgaris)* en la dieta diaria.

● Analizar el beneficio - costo al adicionar a su dieta diaria el probiótico a base de fermentado de remolacha en pollos de engorde.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1 Esquema de desarrollo del proyecto por objetivo planteado

OBJETIVO 1	ACTIVIDAD	METODOLOGÍA	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Determinar la composición física, química y microbiológica del fermentado de remolacha para comprobar su calidad y aporte nutricional para la alimentación de pollos de engorde.	- Elaboración del fermento de residuos de remolacha en proporciones establecidas. bromatológico.	-Se recolectaron muestras representativas de hojas y tallos de remolacha fresca, las cuales fueron homogeneizadas para obtener la combinación a evaluar. - Se tomaron aproximadamente 200 ml de la mezcla y se colocó en un frasco estéril.	Análisis físico, químico y microbiológico del fermento. Ver (Anexo 6)
Evaluar los parámetros productivos (peso vivo, consumo de alimento y agua, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad) en pollos de engorde mediante la suplementación de la bebida fermentada de residuos de cosecha de remolacha (Beta vulgaris) en la dieta diaria.	-Registro semanal del peso corporal de los pollos. - Medición del consumo de alimento y agua. - Registro de mortalidad y morbilidad durante el periodo experimental.	-Se utilizaron balanzas digitales para el pesaje individual y grupal de los pollos. - El consumo de alimento y agua se determinó mediante el registro de la cantidad suministrada y el remanente. - Los datos obtenidos fueron tabulados y analizados estadísticamente para comparar los tratamientos con el grupo control.	Análisis estadístico de parámetros productivos. (Ver Anexo 7)
Analizar el beneficio - costo al adicionar a su dieta diaria el probiótico a base de fermentado de remolacha en pollos de engorde.	-Registro de los costos de producción durante el periodo experimental.	-Se consideraron como egresos los costos asociados a la adquisición de pollos, alimentación, suplemento del fermento de residuo de cosecha de remolacha, insumos veterinarios, servicios básicos y mano de obra. - Como ingresos se tomó en cuenta la venta de las aves según su peso final al término del experimento.	Tabla de relación beneficio-costo. Observar tabla 14

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Relevancia de la producción avícola ecuatoriana

La producción avícola representa una de las actividades pecuarias más importantes de Ecuador, debido a su contribución a la seguridad alimentaria, la generación de empleo y el abastecimiento de proteína animal para la población. Dentro de este sector, la producción de carne de pollo se ha consolidado como una de las principales fuentes de proteína de origen animal, gracias a su alto valor nutricional, accesibilidad económica y amplia aceptación entre los consumidores (8).

Desde una perspectiva macroeconómica, la avicultura de engorde es el subsector pecuario más dinámico del país. De acuerdo con la Asociación de Fabricantes de Alimentos Balanceados (AFABA) y la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), la producción de carne de pollo representa aproximadamente el 23% del PIB agropecuario nacional, generando más de 300.000 empleos directos e indirectos a lo largo de toda su cadena de valor (9).

De acuerdo con los resultados de La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), al momento de la entrevista se registró una existencia aproximada de 44 millones de pollos de engorde se reportaron alrededor de 3,5 millones de gallos y gallinas de campo, evidenciando que la mayor parte de la producción avícola nacional proviene de explotaciones comerciales tecnificadas. Los datos de la encuesta indican que aproximadamente el 90,5 % de los pollos existentes en el país son criados en planteles avícolas, mientras que solo el 9,5 % corresponde a sistemas tradicionales o de traspatio (10).

Esta distribución refleja el elevado nivel de tecnificación alcanzado por la industria avícola ecuatoriana, donde predominan sistemas intensivos. La ESPAC evidencia el crecimiento sostenido de la avicultura ecuatoriana. Mientras que en 2023 se registraron alrededor de 40,1 millones de aves en planteles avícolas, en 2024 la cifra aumentó a 44 millones, lo que representa un incremento cercano al 10 % en la existencia de aves comerciales. Para 2025, el inventario ascendió a 60,9 millones de aves, confirmando la continua expansión del sector y la creciente demanda nacional de carne de pollo y huevos (9).

De acuerdo con los reportes estadísticos de la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), la producción de carne de pollo se ha posicionado indiscutiblemente como la proteína de origen terrestre más consumida a nivel nacional. El país registra un volumen de producción que oscila entre los 250 y 260 millones de aves al año, lo que se traduce en una oferta sostenida de aproximadamente 500,000 toneladas métricas anuales. Como resultado de esta amplia disponibilidad, el consumo per cápita anual por habitante se sitúa en un promedio de 28 a 30 kg. Esta cifra supera ampliamente a la demanda de carne de cerdo, que bordea los 11 kg, y a la de carne de res, con cerca de 8 kg, evidenciando que el pollo es la base ineludible de la seguridad alimentaria en los hogares ecuatorianos (10).

7.2 Pollos de engorde

Los pollos de engorde también conocidos como broilers, son aves domésticas pertenecientes a la especie *Gallus gallus domesticus* que han sido sometidas a un proceso de selección genética intensiva orientados a lograr un crecimiento acelerado, una óptima eficiencia en la utilización del alimento y una elevada producción de carne en ciclos cortos, aproximadamente de 42 hasta 49 días (11).

7.2.1 Línea de engorde Ross 308

La producción de líneas genéticas de pollos de engorde tiene como finalidad satisfacer la creciente demanda de proteína de origen animal a nivel poblacional. En este contexto, la intensificación de los sistemas de producción avícola ha favorecido el desarrollo y la selección de líneas genéticas especializadas, mediante programas de mejoramiento orientados a optimizar el desempeño productivo. Entre estas, la línea Ross 308 destaca como una de las más empleadas a nivel mundial, debido a su elevada eficiencia productiva y su capacidad de adaptación a diversos sistemas de manejo. Esta línea ha sido seleccionada para potenciar características como el crecimiento acelerado, la eficiencia en la conversión alimenticia y el alto rendimiento en canal (12).

7.2.2 Características técnicas

Las cualidades productivas y fisiológicas de la línea Ross 308 la posicionan como una de las estirpes más destacadas dentro de la industria avícola moderna, como resultado de programas sostenidos de selección genética orientados a maximizar la eficiencia productiva. Se distingue por su notable velocidad de crecimiento, alcanzando pesos vivos que oscilan entre 2,2 y 2,8 kg en un intervalo de 35 a 42 días, en función del manejo, la alimentación y las condiciones ambientales (13).

Presenta una destacada eficiencia en la utilización del alimento, con índices de conversión que fluctúan entre 1,40 y 1,55, lo que evidencia su capacidad para transformar de manera óptima los nutrientes ingeridos en tejido corporal. De igual manera el rendimiento a la canal es considerablemente alto, pudiendo alcanzar valores de 72–74 %, con una proporción de pechuga que varía entre 35 % y 40 %, constituyendo uno de los cortes de mayor valor económico en el mercado avícola (14).

Posee elevada homogeneidad en el peso corporal entre los individuos del lote, lo que favorece la planificación del sacrificio y la eficiencia de faenamiento e industrialización. A pesar de su alto potencial productivo, demuestra una adecuada plasticidad frente a diferentes sistemas de producción, incluyendo ambientes tropicales, siempre que se mantengan condiciones óptimas de manejo, tales como ventilación adecuada, densidad poblacional controlada, calidad nutricional de la dieta y regulación térmica (15).

Sin embargo, debido a su acelerado ritmo de crecimiento y elevada tasa metabólica, estas aves pueden presentar predisposición a trastornos metabólicos, como el síndrome ascítico, alteraciones cardiovasculares y problemas locomotores, entre ellos la discondroplasia tibial. Estas afecciones pueden ser mitigadas mediante una adecuada gestión nutricional, un control ambiental riguroso y programas sanitarios bien estructurados (16).

7.3 Morfofisiología de las aves

El sistema digestivo de las aves, particularmente en especies domésticas como *Gallus gallus domesticus*, se encuentra altamente especializado para llevar a cabo una digestión eficiente de los alimentos y una óptima absorción de nutrientes, sus estructuras y funciones son:

7.3.1. Pico y esófago

El pico, cuya forma y estructura varían según el tipo de alimentación, cumple la función de aprehensión y manipulación del alimento. A diferencia de los mamíferos, las aves carecen de dientes, por lo que no realizan masticación. El esófago es un conducto muscular que transporta el alimento hacia el buche mediante movimientos peristálticos (17).

7.3.2. Buche

El buche es una dilatación del esófago que actúa como órgano de almacenamiento temporal del alimento. En esta estructura, el alimento puede humedecerse y ablandarse, facilitando su posterior digestión. Además, en ciertas condiciones, puede iniciarse una fermentación leve por acción microbiana (18).

7.3.3. Proventrículo

El proventrículo corresponde al estómago glandular de las aves, donde se lleva a cabo la digestión química inicial. En esta región se secretan jugos gástricos compuestos por ácido clorhídrico y enzimas proteolíticas, principalmente pepsina, que comienzan la degradación de proteínas (19)

7.3.4. Molleja

La molleja, o estómago muscular, es responsable de la digestión mecánica del alimento. Gracias a sus paredes gruesas y musculosas, junto con la presencia de partículas ingeridas como arena o pequeñas piedras, el alimento es triturado y mezclado eficientemente, favoreciendo su desintegración y posterior digestión enzimática (20).

7.3.5. Intestino delgado

El intestino delgado se divide en duodeno, yeyuno e íleon, y constituye el principal sitio de digestión y absorción de nutrientes. En el duodeno, el quimo se mezcla con secreciones pancreáticas y biliares, que facilitan la digestión de lípidos, proteínas y carbohidratos. En el yeyuno e íleon se lleva a cabo la absorción de aminoácidos, ácidos grasos, monosacáridos, vitaminas y minerales a través de las vellosidades intestinales, cuya integridad es clave para una adecuada eficiencia alimenticia. (21).

7.3.6. Ciegos

Los ciegos son dos estructuras saculares ubicadas en la unión entre el intestino delgado y el intestino grueso. En ellos se desarrollan procesos de fermentación microbiana de los residuos no digeridos, especialmente aquellos ricos en fibra, lo que permite la producción de ácidos grasos volátiles y la absorción adicional de agua y ciertos nutrientes (22).

7.3.7. Intestino grueso y cloaca

El intestino grueso en las aves es relativamente corto y su función principal es la reabsorción de agua y electrolitos. Posteriormente, los desechos son conducidos hacia la cloaca, una cavidad común que integra los sistemas digestivo, urinario y reproductor. La cloaca se subdivide en tres regiones: el coprodeo, donde se almacenan las heces; el urodeo, que recibe los productos del sistema urinario; y el proctodeo, que constituye la porción final y comunica con el exterior (23).

7.4 Alimentación de la línea de aves de engorde

La alimentación constituye uno de los factores determinantes para alcanzar un óptimo desempeño productivo, ya que influye directamente en el crecimiento, la eficiencia de conversión alimenticia y la calidad de la canal. Estas aves presentan elevados requerimientos nutricionales debido a su rápido ritmo de crecimiento y alta capacidad de deposición de tejido muscular. Las dietas destinadas a estas aves están formuladas a partir de fuentes de energía,

proteínas, aminoácidos, minerales y aditivos, ya que requieren un suministro nutricional equilibrado y preciso para lograr un óptimo desempeño productivo (24).

Esta fuente de energía fortalecer su sistema inmunológico, incrementando su capacidad de resistencia frente a enfermedades y favoreciendo su bienestar general. El suministro de una dieta de alta calidad garantiza la provisión de nutrientes indispensables que permiten un crecimiento equilibrado y eficiente. Por el contrario, una nutrición deficiente o inadecuada puede comprometer el rendimiento productivo, disminuir la eficiencia del sistema y aumentar la susceptibilidad de las aves a diversas patologías (25).

La diversidad de formulaciones de alimentos balanceados tiene como propósito maximizar el crecimiento, las fuentes energéticas incluyen principalmente cereales como el maíz, así como subproductos como el afrecho de yuca, la melaza de caña, la mogolla de trigo y aceites vegetales, los cuales aportan la energía necesaria para el metabolismo y el desarrollo del ave, las fuentes proteicas y de aminoácidos, se emplean ingredientes como la harina de soya, la harina de pescado, el gluten de maíz y forrajes proteicos, complementados con aminoácidos sintéticos como lisina, metionina y treonina, que permiten cubrir los requerimientos esenciales para la formación de tejido muscular (26).

Asimismo, los carbohidratos constituyen la principal fuente de energía rápida, mientras que los minerales y vitaminas cumplen funciones fundamentales en procesos fisiológicos y estructurales. Entre las fuentes minerales destacan el carbonato de calcio, el fosfato dicálcico y el cloruro de sodio, además de premezclas vitamínico-minerales que garantizan el adecuado funcionamiento metabólico (27).

7.4.1. Nutrición

La nutrición constituye un programa alimenticio que debe satisfacer los requerimientos energéticos, proteicos, vitamínicos y minerales de acuerdo con la etapa de crecimiento del ave. Por ello, durante las primeras semanas de vida, la dieta debe presentar una alta digestibilidad, con el fin de favorecer el adecuado desarrollo del tracto intestinal y la maduración del sistema inmunológico. A medida del desarrollo del ave, es fundamental mantener un equilibrio nutricional en la dieta, ya que cualquier desajuste puede provocar alteraciones digestivas, disminución del rendimiento productivo, aparición de trastornos metabólicos y efectos negativos sobre la calidad de la canal (28).

7.5 Digestión y absorción de nutrientes

7.5.1. Digestión de Carbohidratos

Las aves obtienen los carbohidratos principalmente a partir de granos, cereales y harinas, siendo el almidón; un polisacárido considerado como la principal fuente energética. La digestión de estos compuestos se inicia en el lumen del intestino delgado, donde la amilasa pancreática hidroliza el almidón en moléculas más simples como dextrinas, maltosa y glucosa. La absorción de los monosacáridos resultantes se lleva a cabo principalmente en el duodeno y yeyuno donde son transportados activamente a través de las células epiteliales intestinales hacia el torrente sanguíneo, permitiendo su posterior utilización en los procesos metabólicos del organismo (29).

7.5.2. Digestión de proteínas

La digestión de las proteínas en las aves se inicia en el proventrículo, donde el pepsinógeno es activado a pepsina en presencia de ácido clorhídrico, permitiendo la desnaturalización y fragmentación de las proteínas en péptidos de menor tamaño. Posteriormente, en el intestino delgado, enzimas pancreáticas como la tripsina y la quimotripsina continúan la hidrólisis de estos compuestos, transformándolos en aminoácidos libres y pequeños péptidos. La absorción de los aminoácidos se realiza mediante mecanismos de transporte activo a nivel de las células epiteliales del intestino delgado, desde donde son conducidos principalmente a través del sistema porta hacia el hígado, donde serán metabolizados y distribuidos a los distintos tejidos del organismo (30).

7.5.3. Digestión de lípidos

La digestión de los lípidos en las aves se lleva a cabo principalmente en el intestino delgado, donde las grasas son previamente emulsificadas por la bilis, lo que facilita la acción de las enzimas lipolíticas, especialmente la lipasa pancreática. Como resultado de este proceso, se generan ácidos grasos libres y monoglicéridos, los cuales son absorbidos por difusión pasiva a través de la membrana de los enterocitos. Posteriormente, estos productos son reesterificados y

ensamblados en lipoproteínas, siendo transportados a través de la circulación sanguínea hacia el hígado y otros tejidos para su utilización metabólica (31).

7.5.4. Macrominerales, microminerales y vitaminas

Los macrominerales son elementos esenciales que el organismo requiere en cantidades relativamente elevadas para el adecuado funcionamiento fisiológico. Entre los más importantes se encuentran el calcio, fósforo, sodio, potasio y cloro, los cuales desempeñan un papel fundamental en el desarrollo del sistema óseo, el equilibrio electrolítico y el fortalecimiento del sistema inmunológico. Tanto la deficiencia como el exceso de estos minerales pueden ocasionar alteraciones fisiológicas, trastornos metabólicos, deformaciones esqueléticas y un desarrollo inadecuado en las aves (32).

Los microminerales, también conocidos como oligoelementos, son requeridos en pequeñas cantidades, pero resultan indispensables para múltiples funciones metabólicas. Dentro de este grupo destacan el zinc, hierro, cobre, magnesio, yodo y selenio, entre otros, los cuales participan en procesos enzimáticos, formación de tejidos y respuesta inmunitaria. Las vitaminas se clasifican en liposolubles e hidrosolubles, y cumplen funciones esenciales en el metabolismo, crecimiento y mantenimiento de la salud del ave. Su adecuada suplementación contribuye a la prevención de enfermedades y al óptimo desempeño productivo (33).

7.6 Sistemas de producción avícola

Los sistemas de producción avícola se definen como el conjunto estructurado de instalaciones, manejos zootécnicos, recursos tecnológicos y normativas de bioseguridad que se aplican para la cría y desarrollo de las aves. La elección e implementación de un sistema específico depende de múltiples factores, entre los que destacan el capital de inversión, las condiciones climáticas de la zona geográfica, los objetivos comerciales de la explotación y las exigencias del mercado objetivo. En la zootecnia moderna, estos modelos productivos se clasifican principalmente según el grado de confinamiento, la densidad poblacional y el nivel de tecnificación empleado, dividiéndose en sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos (34).

7.6.1. Sistema de producción extensivo

También denominado avicultura tradicional, es el modelo de producción avícola más antiguo caracterizado por el manejo de baja densidad de aves; 50-500 aves por productor distribuidas en 1-3 hectáreas, con espacio amplio disponible aproximadamente 4 metros cuadrados por ave para pastoreo, confinamiento limitado o nulo donde las aves tienen acceso libre al exterior durante la mayor parte del día buscando alimento naturalmente en el entorno infraestructura rudimentaria con alojamientos nocturnos sencillos sin control ambiental sofisticado construidos con materiales locales, manejo sanitario básico o ausente sin programas de vacunación formales y uso de aves autóctonas, criollas o de doble propósito adaptadas localmente (35).

7.6.2. Sistema de producción semi-intensivo

Constituye un esquema híbrido que busca conciliar la eficiencia productiva de los sistemas confinados con las exigencias contemporáneas de bienestar animal. caracterizado por el manejo de densidad media de aves aproximadamente 3,000-4,000 aves por galpón, con infraestructura de galpón con alojamiento nocturno adecuado que tiene puertas de salida para acceso a área de pastoreo, confinamiento parcial donde las aves permanecen principalmente dentro del galpón durante la mañana con acceso limitado al exterior, alimentación suplementaria balanceada proporcionada en el galpón complementada con alimentos buscados en el área de pastoreo, programas de vacunación básicos mediante supervisión técnica regular, uso de híbridos comerciales de engorde con mejor genética que las aves criollas, y ventilación natural con protección contra intemperie sin control climático sofisticado (36).

7.6.3. Sistema de producción intensivo

Corresponde al modelo de producción más tecnificado y moderno, caracterizado por el confinamiento total de las aves dentro de galpones completamente cerrados durante todo su ciclo productivo sin acceso al exterior, con densidades elevadas de 7,000-15,000 aves por galpón, infraestructura avanzada con control ambiental automatizado, alimentación balanceada completa proporcionada mediante sistemas automatizados que garantiza la eficiencia máxima

en conversión alimenticia y programas de manejo sanitario rigurosos con niveles máximos de bioseguridad (37).

7.7 Elementos clave que condicionan el sistema productivo avícola

La eficiencia de los sistemas de producción de pollos de engorde depende en mayor parte de la aplicación de prácticas adecuadas de manejo durante todo el ciclo productivo. El rendimiento de las aves se determina por la interacción de diversos factores ambientales y de manejo que influyen directamente sobre los parámetros productivos en pollos broiler. Entre los más relevantes se encuentran la temperatura ambiental, la ventilación y el suministro de agua, cuya adecuada regulación y control son fundamentales para mantener el bienestar animal (38).

7.7.1. Temperatura

Es un factor crítico debido a la inmadurez del sistema termorregulador del pollito al momento de la eclosión, el ave se comporta fisiológicamente como un organismo poiquilotermo, siendo incapaz de mantener su temperatura corporal interna constante. Durante la fase de recepción, la temperatura a nivel de la cama debe garantizarse entre 32°C y 34°C, permitiendo que la temperatura del pollito se estabilice en 39.5°C a 40.5°C. A medida que el ave desarrolla su plumaje y su metabolismo basal se acelera, esta exigencia térmica disminuye gradualmente hasta alcanzar una zona de termoneutralidad de 20°C a 22°C hacia la cuarta semana (39).

Cuando las aves son expuestas a temperaturas inferiores a su zona de confort térmico, incrementan su gasto energético para mantener la temperatura corporal, disminuyendo la energía disponible para el crecimiento. Por el contrario, temperaturas elevadas generan estrés calórico, provocando una reducción del consumo de alimento, alteraciones metabólicas y disminución del rendimiento productivo (40).

7.7.2. Ventilación

La ventilación constituye un componente esencial dentro del manejo ambiental de los galpones porque permite mantener una adecuada calidad del aire y controlar factores como la

temperatura, humedad relativa, concentración de gases nocivos y presencia de partículas en suspensión. Un sistema de ventilación eficiente favorece la eliminación del exceso de calor producido por las aves y reduce la acumulación de gases perjudiciales como el amoníaco (NH_3), dióxido de carbono (CO_2) y monóxido de carbono (CO) (41).

El amoníaco es uno de los contaminantes más importantes en las instalaciones avícolas; concentraciones superiores a 20–25 ppm pueden ocasionar irritación de las vías respiratorias, lesiones oculares, predisposición a enfermedades respiratorias y disminución del desempeño productivo, una ventilación deficiente incrementa la humedad de la cama, favoreciendo la proliferación de microorganismos patógenos y aumentando la incidencia de dermatitis plantar y problemas locomotores (42).

7.7.3. Agua de bebida

El cuerpo de un pollo está constituido aproximadamente por un 65 a 70 % de agua, lo que evidencia su importancia para el mantenimiento de las funciones vitales. El consumo de agua se encuentra estrechamente relacionado con el consumo de alimento en condiciones normales, los pollos consumen aproximadamente entre 1,6 y 2 veces más agua que alimento, relación que puede incrementarse considerablemente durante períodos de altas temperaturas debido a los mecanismos de termorregulación. Una reducción temporal en el suministro de agua puede provocar una disminución inmediata del consumo de alimento y afectar negativamente la tasa de crecimiento (43).

Además, la calidad del agua es un aspecto fundamental para el éxito productivo. Características como pH, dureza, carga microbiana y concentración de minerales pueden influir sobre la salud intestinal y el rendimiento zootécnico de las aves. Por ello, el acceso permanente a agua limpia, fresca y microbiológicamente segura constituye un requisito indispensable para alcanzar niveles óptimos de productividad en los sistemas de producción avícola (44).

7.7.4. Densidad de población y espacio por ave

La densidad de alojamiento es uno de los factores de manejo con mayor impacto sobre la productividad, diversas investigaciones han demostrado que incrementos excesivos en la densidad pueden reducir el consumo de alimento, disminuir la ganancia diaria de peso y deteriorar la conversión alimenticia debido al aumento del estrés fisiológico y la competencia por los recursos. En sistemas comerciales modernos, las densidades suelen mantenerse entre 30 y 38 kg de peso vivo/m² mantener una densidad adecuada es fundamental para garantizar un acceso equitativo al alimento y al agua, reducir el estrés por hacinamiento y favorecer el bienestar y desempeño zootécnico de las aves (45).

7.7.5. Iluminación

La iluminación constituye un factor d fundamental en los sistemas intensivos de producción, ya que influye directamente en el desarrollo la primera semana de crianza suelen recomendarse intensidades entre 20 y 40 lux para estimular la actividad y el consumo de alimento. sobre el comportamiento, el consumo de alimento y agua, el crecimiento y el bienestar animal. Este factor actúa como un estímulo fisiológico que regula los ritmos biológicos de las aves, afectando procesos como la actividad locomotora, el descanso y el metabolismo (46).

Una vez superada esta etapa, la intensidad puede reducirse gradualmente hasta valores cercanos a 5–10 lux, lo que permite disminuir la agitación de las aves, reducir el gasto energético asociado a la actividad física excesiva y mejorar la eficiencia productiva. En la mayoría de los programas de manejo comercial se utilizan entre 23 y 24 horas de luz durante las primeras 48 horas, favoreciendo el desarrollo inicial y reduciendo la mortalidad temprana. Posteriormente, el programa lumínico puede ajustarse períodos de oscuridad que permitan el descanso de las aves y contribuyan a mejorar su bienestar (47).

7.7.6. Manejo de cama y desinfección

La cama representa uno de los componentes más importantes del microambiente donde se desarrollan los pollos, su función principal es absorber la humedad de las excretas y mantener una superficie confortable para las aves. Una cama en óptimas condiciones debe presentar un contenido de humedad entre 20 y 25 %, ya que niveles superiores al 30 % favorecen el crecimiento de microorganismos patógenos y aumentan la liberación de amoníaco (48).

La degradación microbiana de la materia orgánica presente en la cama produce amoníaco (NH_3), un gas que puede afectar gravemente el sistema respiratorio de las aves. Concentraciones superiores a 20 ppm pueden provocar irritación ocular y daño en la mucosa respiratoria, mientras que niveles superiores a 50 ppm se asocian con disminución del crecimiento, mayor susceptibilidad a enfermedades respiratorias y deterioro de los parámetros zootécnicos (49).

Entre los materiales más empleados se encuentran la viruta, considerada uno de los materiales de mayor calidad debido a su capacidad de absorción y confort; la cascarilla de arroz, ampliamente utilizada por su buena disponibilidad y capacidad de aislamiento; la paja de trigo o cebada picada, el rastrojo de maíz triturado, las cáscaras de maní y diversos subproductos agrícolas procesados. Generalmente, el espesor inicial de la cama oscila entre 5 y 10 cm, dependiendo de las condiciones climáticas y del material utilizado (50).

7.8 Parámetros de desempeño productivo en pollos de engorde

7.8.1. Peso vivo

El peso vivo constituye la medida biométrica fundamental que cuantifica la masa corporal total del pollo de engorde en un momento específico del ciclo productivo, representando el indicador zootécnico primario para evaluar el desarrollo somático, la madurez fisiológica y el punto óptimo de faenado. Este parámetro es el resultado de los procesos de crecimiento y desarrollo del tejido muscular, cuya formación depende de una adecuada disponibilidad de nutrientes, una eficiente absorción intestinal y un metabolismo energético óptimo, este indicador permite valorar de manera integral la respuesta del organismo frente a las diferentes estrategias de alimentación y manejo aplicadas durante el periodo de engorde (51).

7.8.2. Ganancia de peso

Es uno de los indicadores zootécnicos fenotípicos de mayor relevancia debido a que refleja la capacidad fisiológica del ave para depositar tejido corporal como resultado de una adecuada utilización de los nutrientes suministrados en la dieta. Este parámetro representa la respuesta productiva del animal al potencial genético, al equilibrio nutricional de la ración y a las

condiciones sanitarias y ambientales durante el periodo de crecimiento. El incremento sostenido del peso corporal es consecuencia de una eficiente digestión, absorción y metabolismo de proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales, procesos que favorecen la hipertrofia de las fibras musculares y el desarrollo de los diferentes tejidos corporales (52).

7.8.3. Consumo de alimento

El consumo de alimento cuantifica la ingesta total de ración balanceada por el lote avícola durante el período de engorde, constituyendo un parámetro metabólico que refleja la relación entre la ingesta energética-nutricional y los requerimientos fisiológicos de mantenimiento y producción. La magnitud del consumo depende de múltiples variables, entre las que destacan la densidad energética de la ración, el equilibrio de aminoácidos esenciales, la digestibilidad de los ingredientes, la palatabilidad, la disponibilidad permanente de agua, la temperatura ambiental, el estado sanitario y la capacidad genética de crecimiento (53).

7.8.4. Consumo de agua

El consumo de agua representa el volumen total de agua ingerida por el lote avícola durante un período determinado, constituyendo un parámetro fisiológico-crítico que refleja los procesos de termorregulación, digestión, absorción, metabolismo y excreción, además de servir como indicador sensible del estado de salud del animal. El agua, a pesar de ser el nutriente más abundante y económico, ejerce funciones esenciales en la homeostasis corporal, incluyendo el transporte de nutrientes, la regulación de la temperatura, la lubricación articular, la eliminación de metabolitos y el mantenimiento del equilibrio ácido-base (54).

El consumo hídrico mantiene una estrecha relación con el consumo de alimento, la velocidad de crecimiento y la actividad metabólica, por lo que cualquier alteración en la calidad del agua puede repercutir negativamente sobre el desempeño. Factores como la edad de las aves, la composición nutricional de la dieta, la concentración de minerales, la temperatura ambiental, la humedad relativa, la calidad físico-química y microbiológica del agua, así como las condiciones sanitarias del sistema de suministro, influyen significativamente en la cantidad de agua consumida (55).

7.8.5. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es considerada uno de los indicadores integrales de mayor importancia en la evaluación del desempeño productivo de los pollos de engorde debido a su estrecha relación con los costos de alimentación, constituye uno de los parámetros de mayor impacto económico dentro de la avicultura, ya que representa la relación cuantitativa entre la masa de alimento ingerida y la biomasa producida, constituyendo el indicador sintético más relevante de la eficiencia nutritiva y metabólica del pollo de engorde. Este parámetro integra de manera holística la eficiencia digestiva, la absorción intestinal, el metabolismo intermediario y la deposición tisular de nutrientes (56).

7.8.6. Mortalidad

La mortalidad representa la proporción de individuos que sucumben durante el ciclo productivo en relación con la población inicial, constituyendo un parámetro sanitario-crítico que refleja la interacción entre el estado inmunológico del lote, la presión de patógenos ambientales, la calidad del manejo zootécnico y la eficacia del esquema de bioseguridad (57)

Este indicador no solo cuantifica pérdidas directas de animales, sino que también sirve como centinela epidemiológico para detectar precozmente brotes de enfermedades, deficiencias de manejo o problemas de calidad del pollito de un día (58).

7.9 Clasificación de alternativas al uso de antibióticos en la producción avícola

Las alternativas al uso de antibióticos en la producción avícola constituyen un conjunto de estrategias nutricionales, biotecnológicas y de manejo orientadas a preservar la salud intestinal, optimizar la eficiencia fisiológica y mantener el desempeño productivo de los pollos de engorde. Estas estrategias pueden ser administradas tanto a través del alimento como mediante el agua de bebida, lo que facilita su aplicación en los sistemas de producción intensiva (59).

Entre las principales alternativas se encuentran los probióticos; al tratarse de microorganismos vivos que, administrados en cantidades adecuadas, ejercen efectos beneficiosos sobre la salud intestinal. Su mecanismo de acción incluye la exclusión competitiva de microorganismos patógenos, la producción de sustancias antimicrobianas naturales y la modulación de la respuesta inmunológica local (60).

Los simbióticos son el resultado de la combinación de probióticos y probióticos, generan un efecto sinérgico que potencia la colonización de bacterias benéficas en el tracto gastrointestinal, mejorando la estabilidad del microbioma intestinal y optimizando el desempeño productivo de las aves (61).

Otra alternativa ampliamente utilizada corresponde a los ácidos orgánicos, los cuales ejercen efectos antimicrobianos mediante la reducción del pH intestinal, creando un ambiente desfavorable para el desarrollo de bacterias patógenas. Además, favorecen la actividad enzimática digestiva y contribuyen a mejorar la absorción de nutrientes (62).

Los fitobióticos, derivados de extractos vegetales, también han adquirido importancia en la producción avícola moderna debido a sus propiedades antimicrobianas, antioxidantes y antiinflamatorias. Estos compuestos bioactivos pueden estimular la función digestiva, modular la microbiota intestinal y mejorar la salud general del ave, impactando positivamente en su desempeño productivo (63).

7.9.1 Probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos que, cuando se administran en cantidades adecuadas, proporcionan beneficios para la salud del hospedador. Entre los microorganismos empleados como probióticos se encuentran diferentes bacterias ácido-lácticas, especies pertenecientes al género Bacillus y algunas levaduras. Su acción se relaciona principalmente con la modulación de la microbiota intestinal, la competencia con microorganismos potencialmente patógenos por nutrientes y sitios de adhesión, la producción de sustancias antimicrobianas y el fortalecimiento de la barrera intestinal, favoreciendo de esta manera el equilibrio del ecosistema gastrointestinal (64).

Para que un microorganismo pueda considerarse probiótico debe estar correctamente identificado y caracterizado, ser seguro para el hospedador, mantenerse viable en una cantidad suficiente durante su administración y contar con evidencia científica que demuestre un efecto beneficioso. En el caso de los probióticos administrados por vía oral, también resulta importante su capacidad para conservar la viabilidad durante el tránsito gastrointestinal y ejercer su actividad en el intestino. En pollos, el empleo de microorganismos probióticos se ha relacionado

con una mayor presencia de poblaciones microbianas benéficas, disminución de microorganismos patógenos, fortalecimiento de la función intestinal, modulación de la respuesta inmunitaria y una mejor utilización de los nutrientes, aspectos que pueden contribuir al mantenimiento de la salud y del rendimiento productivo de las aves (65).

7.10 Fermentación aplicada en la producción avícola

En la industria avícola moderna las herramientas biotecnológicas han adquirido especial relevancia debido a la restricción progresiva del uso de Promotores Antibióticos de Crecimiento (PAC), impulsada por las regulaciones internacionales y la creciente preocupación asociada al desarrollo de resistencia antimicrobiana (RAM), ha generado la necesidad de establecer estrategias alternativas sostenibles destacándose la fermentación como un proceso de transformación capaz de mejorar las características nutricionales, microbiológicas y funcionales de diversas materias primas empleadas en la alimentación animal (66).

La fermentación se fundamenta en la actividad metabólica de microorganismos especializados, principalmente bacterias ácido-lácticas, levaduras y hongos, los cuales utilizan los componentes orgánicos presentes en un sustrato como fuente de energía para generar una amplia variedad de metabolitos con potencial funcional. Durante este proceso se producen compuestos como ácidos orgánicos, enzimas, vitaminas, péptidos bioactivos y otros metabolitos secundarios que pueden modificar favorablemente la composición del material fermentado. Estas transformaciones incrementan la disponibilidad de nutrientes, mejoran la estabilidad microbiológica del producto y generar ingredientes con características potencialmente beneficiosas para la nutrición y la salud de los animales (67).

7.11 Generalidades de la remolacha *(Beta vulgaris)*

La remolacha científicamente conocida como (*Beta vulgaris)* es una planta herbácea anual o bienal, glabra, de porte erecto y que alcanza hasta 2 m de alto, perteneciente a la subfamilia *Betoideae* de la familia *Amaranthaceae*. Es ramificada y frondosa, de color verde a morado-violáceo y tiene raíces delgadas o tuberosas ricas en azúcar. Las hojas, generalmente de hasta de 12 por 6 cm, son pecioladas; las basales en roseta y ovadas, cuneadas a subcordadas y las caulinares rómbico-oblongas a linear-lanceoladas. Las inflorescencias consisten en racimos de

1-4 flores hermafroditas, dispuestas en largas y delgadas espigas. El perianto, pentámero y acrescente, es herbáceo, de color verdoso, y mide unos 2 a 5 mm. El fruto es un pixidio dehiscente por un opérculo y con una única semilla (68).

7.11.1. Valor nutricional de la remolacha

La remolacha presenta un perfil nutricional relevante, especialmente cuando se consideran sus hojas y tallos poseen un alto contenido de nutrientes y beneficios. En base a reportes nutricionales, las hojas de remolacha en estado fresco contienen aproximadamente entre 20 y 40 kcal por cada 100 g, con un contenido proteico que oscila entre 2,0 y 3,5 %, lípidos inferiores al 1 %, y carbohidratos totales cercanos al 4–7 %, además de un alto contenido de fibra dietética (69).

En cuanto a su fracción mineral, las hojas y tallos de remolacha destacan por su riqueza en calcio alrededor de 100–120 mg/100 g, hierro 2–3 mg/100 g, magnesio 60–80 mg/100 g y potasio 700–900 mg/100 g lo que evidencia su potencial como fuente de micronutrientes en la alimentación animal. Contienen vitaminas del complejo B especialmente ácido fólico y vitamina C, que participan en procesos metabólicos e inmunológicos (70).

Desde el punto de vista funcional, la remolacha es rica en compuestos bioactivos como las betalaínas (betacianinas y betaxantinas), flavonoides y ácidos fenólicos, los cuales presentan actividad antioxidante, antiinflamatoria y moduladora de la microbiota intestinal. Estos compuestos contribuyen a la reducción del estrés oxidativo y al fortalecimiento del sistema inmune (71).

Diversas investigaciones han evidenciado que la inclusión de sustratos ricos en fibra fermentable y compuestos bioactivos puede favorecer el equilibrio de la microbiota intestinal, promoviendo el desarrollo de bacterias benéficas y limitando la proliferación de patógenos. En este contexto, la elaboración de fermentos a partir de hojas y tallos de remolacha potencia estas

propiedades, al generar ácidos orgánicos y metabolitos funcionales que mejoran el ambiente intestinal (72).

8. VALIDACION DE LAS HIPÓTESIS

H1: La suplementación dietética a base de residuos de cosecha de remolacha (*Beta vulgaris*) fermentado con microorganismos benéficos, ejerce un efecto positivo en los parámetros productivos como peso vivo, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, consumo de agua y alimento y mortalidad.

H0: La suplementación dietética a base de residuos de cosecha de remolacha (*Beta vulgaris*) fermentado con microorganismos benéficos, no ejerce un efecto positivo en los parámetros productivos como peso vivo, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, consumo de agua y alimento y mortalidad.

De acuerdo con el análisis estadístico, se acepta la hipótesis nula debido a que la suplementación con bebida fermentada de residuos de remolacha en concentraciones del 1, 2 y 3 % no produjo diferencias significativas en el peso vivo, la ganancia de peso, el consumo de alimento, la mortalidad de los pollos de engorde ($p > 0,05$). Aunque la conversión alimenticia presentó una diferencia puntual al día 35 ($p = 0,0466$) y el consumo de agua mostró diferencias entre tratamientos ($p < 0,05$), estos resultados no evidenciaron una mejora constante e integral durante todo el ciclo productivo. Por tanto, bajo las condiciones del estudio, el fermentado no generó un efecto significativo general sobre el desempeño productivo de las aves.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Ubicación del experimento

El sitio de experimentación independiente estuvo ubicado en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra- sector Chorlaví. El galpón posee las dimensiones de 8 metros de largo y 6 metros de ancho.

9.2. Situación geográfica y climática

La ubicación geográfica posee una latitud 0.338972°, longitud -78.154611, con una altitud promedio de 2 210 m s.n.m. Su clima es templado andino con temperaturas medias anuales que oscilan entre 16 °C y 20 °C. Las temperaturas máximas diarias suelen alcanzaron valores entre 22 °C y 26 °C, mientras que las mínimas se sitúan entre 10 °C y 13 °C. La humedad relativa se mantuvo en rangos moderados a elevados, generalmente entre 60 % y 75 %, incrementándose durante épocas lluviosas (73).

Las condiciones de viento, se caracterizaron por presentar un régimen predominantemente débil a moderado, con velocidades promedio que oscilaron entre 2 y 4 m/s (aproximadamente 7 a 14 km/h). En determinados momentos del día, especialmente en horas de la tarde, pueden registrarse incrementos ocasionales debido a corrientes térmicas propias de la región interandina. La dirección del viento es variable, aunque con predominio de flujos provenientes de la zona andina circundante, influenciados por la topografía del valle de Ibarra (74).

9.3. Duración del experimento

El tiempo de investigación estuvo comprendido de 7 semanas; una semana de acondicionamiento y 6 semanas de experimentación.

9.4. Diseño de la investigación

9.4.1. Tipo de Investigación

El estudio se fundamentó en una investigación experimental y cuantitativa, debido a que se sometió a 96 pollos broiler a determinadas condiciones y tratamientos nutricionales (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)

al implementar en el agua de bebida fermento al 1%, 2% y 3% de los residuos (tallos y hojas) de remolacha (*Beta vulgaris*) a partir del día 10 de vida descritos a través del comportamiento de variables productivas medibles (peso, consumo de alimento y de agua, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y morbilidad) y del beneficio-costo de su aplicación para proporcionar información sistemática y comparable con otras fuentes, durante un período aproximado de seis semanas.

9.4.2. Métodos

Los métodos que se utilizaron fueron:

● **Método experimental. -** Permitió conocer con exactitud cuál de los tratamientos fue el más efectivo y el que garantizaría mejores beneficios en las variables productivas evaluadas.

Tabla 2 Descripción del manejo experimental por tratamientos.

Tratamiento	Descripción
T0	Dieta base + Agua de bebida sin fermento de residuos de remolacha
T1	Dieta base + Agua de bebida + 1% de fermento de residuos de remolacha
T2	Dieta base + Agua de bebida + 2% de fermento de residuos de remolacha
T3	Dieta base + Agua de bebida + 3% fermento de residuos de remolacha

9.4.3. Diseño experimental

En la presente investigación se evaluó el efecto de la administración del fermento de residuos de remolacha en el agua de bebida en comparación con un tratamiento testigo en la alimentación de 96 pollos de engorde durante las fases inicial, crecimiento y acabado. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos más un control. Cada tratamiento incluyo 4 repeticiones con 6 pollos en cada jaula.

Tabla 3 Esquema del experimento para el desempeño productivo en pollos de engorde durante la fase inicial, crecimiento y acabado

Tratamiento	Código	Repetición	T.U.E	N° aves
Tratamiento testigo	T0	4	6	24

1% de fermento de residuos de remolacha	T1	4	6	24
2% de fermento de residuos de remolacha	T2	4	6	24
3% de fermento de residuos de remolacha	T3	4	6	24
TOTAL				96

Abreviaciones: TUE, Tamaño de la unidad experimental; N. °, número.

9.4.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó una tabla de análisis de varianza ANOVA, empleando el Test Tukey. Lo que permitió comparar el nivel de significancia obtenido al 5%. Adicionalmente se utilizaron indicadores descriptivos como la media de error estándar, desviación estándar y coeficiente de variación para la descripción de los parámetros evaluados.

La prueba estadística de Tukey se ajustó al siguiente modelo lineal aditivo:

$\boldsymbol{Yij} = \mu + \boldsymbol{\alpha i} + €\boldsymbol{ij}$

Donde:

$\boldsymbol{Yij}$= Valor estimado de la variable

μ = Media general.

$\boldsymbol{\alpha i}$ = Efecto del tratamiento

$€\boldsymbol{ij}$=Efecto del error experimental

9.5. Procedimiento experimental

9.5.1. Fase de elaboración del fermento con hojas y tallos de remolacha

9.5.2. Ingredientes:

- 2kg de desecho de remolacha
- 4 litros de agua no clorada o hervida
- 200 g de melaza
- 100 ml de yogurt natural sin azúcar
- 10 g de sal

9.5.3. Procedimiento

-Selección y recolección de materia prima: Se obtuvo la remolacha (tallos y hojas) en lugares donde lo denominan rechazo, se toma en cuenta que el producto este en buenas condiciones, es decir, que no tenga zonas dañadas ya que podría afectar el proceso de fermentación.
-Desinfección del desecho de remolacha: Se realiza un lavado de las hojas y tallos con agua potable para eliminar polvo, tierra y posibles contaminantes superficiales para lograr que queden totalmente sanitizadas.
-Corte: Cortar con un cuchillo las hojas y tallos de remolacha
-Pesaje: Se debe colocar en recipientes todos los ingredientes mencionados anteriormente, para poder pesar en la balanza hasta obtener las medidas deseadas.
-Mezclar: En un recipiente de plástico o de vidrio (no metálico), se colocó las cantidades solicitadas de los ingredientes y mezclar bien hasta obtener una mezcla homogénea.
-Almacenaje: Se coloca una manguera de plástico que permita la salida de gases, se tapó el recipiente donde se encuentra la preparación del fermento y se dejó fermentar durante 3-5 días en un lugar oscuro con una temperatura ambiente (25-30°C).
-Revolver: La mezcló una vez al día para evitar la formación de moho en la superficie.
-Verificación y uso: Después del tiempo estimado para el fermento, el líquido tomó un olor ligeramente ácido y agradable.
-Cernir: El fermento fue cernido en su totalidad, ya que el líquido será utilizado en la alimentación de los pollos en los diferentes niveles de tratamiento 1, 2 y 3%
-Consideraciones: Se almacenó el fermento en la nevera para conservarlo por más tiempo (hasta 7 días).

9.6. Fase de campo

9.6.1. Adecuación del galpón

Desinfección del galpón: La preparación del alojamiento se inició con dos semanas de antelación mediante la desinfección física de la infraestructura. Se emplearon métodos de limpieza mecánica y desinfección profunda con compuestos de amonio cuaternario empleando una fumigadora de aspersión. Asimismo, se realizó el flameado de las superficies estructurales (pisos y paredes) y cerramientos, asegurando un entorno aséptico para la recepción de los pollos de engorde.

Control de vectores y pediluvios: Se implementaron medidas de bioseguridad como la implementación de pediluvios a la entrada del galpón, se tomó medidas de prevención para moscas y roedores, empleando repelentes y trampas para roedores alrededor del galpón

Preparación e instalación de la cama: Se aplicó una capa de cascarilla de arroz de 15 cm de espesor desinfectada, focos recargables y dos lámparas a gas en lugares estratégicos que provea calor a todos los pollitos.

Separación de tratamientos: A partir del día 10 de vida, se procedió a la delimitación de las unidades experimentales mediante jaulas con vigas de madera y malla plástica con mediciones de 1m de ancho con una altura de 95 cm. Los pollos fueron asignados bajo un muestreo aleatorio simple, garantizando la homogeneidad en la distribución. Cada réplica fue equipada de manera independiente con un comedero y un bebedero previamente sanitizados. Además, se colocaron cortinas para evitar los cambios bruscos de temperatura y un termohigrómetro que mide la temperatura (interna y externa) y humedad relativa del aire.

9.6.2. Recepción de los pollitos bebé

Una semana antes se realizó el pedido de una caja de 96 pollos línea Ross 308 (machos y hembras), previo a la llegada de las aves, 2 horas antes se encendieron las lámparas de gas con el propósito de mantener una temperatura adecuada para su correcto desenvolvimiento. Asimismo, se preparó agua fresca en bebederos para al momento de la llegada, adicionar complejo vitamínico con el fin de favorecer la hidratación y reducir el estrés ocasionados durante el transporte al igual que la suministración de alimento en los comederos.

Por la tarde se procedió a realizar el primer pasaje de los polluelos con el fin de determinar el peso inicial y evaluar el estado físico y de salud de los animales, para descartar lesiones, pollos decaídos o incluso algún trastorno de salud. Por último, se efectuó el registro correspondiente, consignando el número de aves recibidas, fecha de llegada y demás observaciones pertinentes para el control experimental

9.6.3. Programa de vacunación

SAN MARINO Genética avícola cuenta con la tecnología Innovoject, se basa en un sistema automatizado de vacunación *in ovo* (dentro del huevo), permite administrar vacunas directamente al embrión antes de la eclosión, garantizando una protección temprana, dosis precisas y menor estrés para el pollito. La caja de 96 pollitos tenía incluida la vacunación de Marek, New Castle y Bronquitis infecciosa.

Posteriormente el día 4 de vida se colocó la vacuna Gumboro, al día 15 de vida la vacuna New Castle más bronquitis infecciosa y al día 21 de vida refuerzo de New Castle, la administración

se efectuó vía conjuntival a dosis de una gota en todas las ocasiones. Todo el procedimiento de vacunación fue llevado a cabo en el galpón, cumpliendo estrictamente con las medidas de bioseguridad, mediante el uso de guantes y mascarillas.

9.6.4. Distribución de los pollos

Los 96 pollos estuvieron en el mismo lugar hasta que llegaron al día 10 de vida, ese día fueron distribuidos en diferentes jaulas completamente al azar basado en 4 tratamientos con 4 repeticiones cada uno, con un total de 6 animales por repetición

.

9.6.5. Alimentación

Se suministró una alimentación en base a los requerimientos nutricionales del ave con el balanceado de Italcol en las diferentes fases de crecimiento como: Pollito preiniciador del día 1 al 8 de vida, Súper pollito iniciación del día 9 al 23 de vida y Súper pollo engorde del día 24 al 41 de vida. La alimentación se aplicaba de forma racionada, 1 vez al día alrededor de las 7 am y se pesaba por las mañanas el residuo del alimento. Todas las mañanas tanto bebederos y comederos eran lavados y sanitizados y siempre se proporcionaba alimento y agua frescos. Desde el día 12 de vida al 25 se levantaba los comederos a las 6 pm. Las cantidades exactas se describen en el Anexo 5.

9.7. Variables productivas

9.7.1. Peso vivo (g)

Se registró el peso de las aves en cada repetición y tratamiento, comenzando desde el primer día de vida. Posteriormente, se registró esta información cada 7 días durante 6 semanas, empleando una balanza digital gramera. Durante la última semana del experimento, se utilizó una balanza de mesa para medir el peso en kg. Se llevó a cabo una conversión del peso de la última medición de libras a gramos.

9.7.2. Ganancia de peso

Se realizaron pesajes periódicos para calcular la diferencia entre el peso inicial y final, permitiendo así estimar la ganancia de peso total durante las fases de inicio, crecimiento y acabo. $Ganancia\ de\ peso\ (g) = Peso\ Final\ (Periodo) - Peso\ Inicial\ (Periodo)$

9.7.3. Consumo de alimento (g)

Se pesó el alimento utilizando una balanza digital de gramos durante las horas de la mañana, antes de ser colocado en los comederos. Posteriormente, se pesó el excedente al día siguiente durante la mañana, antes de proporcionar nuevamente el alimento. Los datos obtenidos se registraron diariamente por cada repetición y tratamiento para poder aplicar la siguiente fórmula: $Consumo\ de\ Alimento\ (CA) = alimento\ ofrecido\ (g) - sobrante\ del\ alimento\ (g)$

9.7.4. Índice de conversión alimenticia

La conversión alimenticia se calculó por medio de la relación entre el consumo de alimento total sobre la ganancia de peso que se obtuvo durante el tiempo evaluado.

$$Índice\ de\ Conversión\ alimenticia\ (ICA) = \frac{Alimento\ consumido\ (Kg)}{Ganancia\ de\ peso\ (Kg)}$$

9.7.5. Consumo de agua (ml)

Se pesa el agua por la mañana antes de suministrar a los bebederos. Al día siguiente, previo a un nuevo suministro y de acuerdo con los tratamientos establecidos, se verifica el consumo de agua. Los datos obtenidos fueron registrados diariamente para cada repetición y tratamiento, con el fin de aplicar la siguiente fórmula:

Consumo de agua = Agua suministrada – Agua desperdiciada

9.7.6. Mortalidad (%)

La mortalidad se registró diariamente en cada repetición de cada tratamiento, con el objetivo de identificar los casos de pollos fallecidos a lo largo de los 42 días de duración del experimento. Para calcular la tasa de mortalidad, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Mortalidad} = \frac{\text{Total de aves muertas}}{\text{Total de aves de iniciación}} \text{ X } 100$$

9.8. Variables Económicas

9.8.1. Relación beneficio - costo ($)

Se consideraron como egresos todos los gastos relacionados con la formulación de cada tratamiento, incluyendo el costo de ave, alimento en cada etapa, servicios básicos, mano de obra e insumos veterinarios. Por otro lado, se tuvo en cuenta como ingresos el dinero recaudado por la venta de cada pollo perteneciente a cada tratamiento, lo cual permitió determinar cuál tratamiento fue viable y rentable.

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\text{Total de ingresos}}{\text{Total de egresos}}$$

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1. Análisis físico, químico y microbiológico del fermento de residuos de cosecha (tallos y hojas) de remolacha (*Beta vulgaris*)

Con el propósito de determinar la composición nutricional y evaluar la calidad del fermento elaborado a partir de hojas y tallos de remolacha, se realizó un análisis bromatológico siguiendo los procedimientos estandarizados establecidos por la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC). Estos métodos permitieron obtener resultados confiables y precisos sobre las características fisicoquímicas y nutricionales del producto fermentado.

10.1.1. Análisis físico

La Tabla 4 evidencia que los tallos y hojas de remolacha fueron transformados en una bebida de consistencia líquida, con coloración propia de la materia vegetal y olor ligeramente ácido-dulce. La densidad cercana a la del agua facilitó su manipulación e incorporación en los bebederos, mientras que la sedimentación indicó la necesidad de homogeneizar el producto antes de cada suministro. La conductividad eléctrica confirmó la presencia de sustancias ionizadas provenientes de la materia prima y del proceso fermentativo.

Tabla 4 Análisis físico de la fermentación de residuos de cosecha (tallos y hojas) de remolacha

PARÁMETRO	RESULTADO
Apariencia	**Líquido**
Color	**Marrón rojizo**
Olor	**Ligeramente acido dulce**
Densidad g/cm^3	**1.052**
Conductividad eléctrica ms/cm	**5.29**
Sedimentación %	**5.38**

Acar et al. (75) demostraron que las hojas de remolacha pueden ser aprovechadas para elaborar bebidas vegetales fermentadas, observando modificaciones fisicoquímicas y de color durante el proceso. Esto coincide con la tonalidad marrón rojiza y la apariencia líquida obtenidas en el presente estudio, y confirma que los residuos foliares conservaron características propias de la remolacha después de la fermentación.

Janiszewska-Turak et al. (76) indicaron que la densidad, los sólidos solubles y el aspecto de los fermentos vegetales dependen de la concentración de la materia prima, el procesamiento y la actividad microbiana. En este sentido, la densidad registrada caracterizó una matriz fluida con sustancias disueltas, adecuada para su dosificación.

Don et al. (77) encontraron que la fermentación de materiales vegetales produce variaciones en la densidad y en la conductividad eléctrica debido al consumo de sustratos y a la liberación de compuestos solubles. Esto permite relacionar la conductividad del fermentado de remolacha con la presencia de minerales, ácidos orgánicos y otras sustancias ionizadas incorporadas a la fase líquida.

10.1.2. Análisis químico

La tabla 5 contiene la característica química más sobresaliente del fermentado; el predominio del ácido láctico, acompañado de un pH ácido y de azúcares residuales. Esto indica que los carbohidratos presentes en los tallos y hojas fueron utilizados durante la fermentación para

producir ácidos orgánicos, pero sin eliminar completamente los compuestos responsables del sabor dulce. Como resultado, se obtuvo una bebida con un perfil ligeramente ácido-dulce.

Tabla 5 Análisis químico de la fermentación de residuos de cosecha (tallos y hojas) de remolacha (Beta vulgaris)

PARÁMETROS	RESULTADO
Humedad total (%)	**92.17**
Sólidos totales (%)	**7.83**
Proteína (%)	**1.11**
Grasa (%)	**0.21**
Fibra (%)	**1.19**
Cenizas (%)	**1.47**
Acidez (% aci. Acético)	**0.17**
Ph	**3.62**
Sólidos solubles (° Brix)	**4.81**
Azucares reductores (%)	**19.28**
Ácido láctico (g/L)	**21.86**
Ácido acético (g/L)	**3.88**
Ácido butírico (g/L)	**0.11**
Índice de peróxidos (meq O_2/L)	**0.82**

Janiszewska-Turak et al. (78) encontraron que la fermentación láctica del jugo de remolacha produjo una disminución progresiva del pH, alcanzando valores cercanos a 3,3, debido a la transformación de los azúcares en ácidos orgánicos. Este resultado coincide con el pH ácido y el predominio de ácido láctico encontrados en el fermentado, lo que demuestra que los residuos de remolacha constituyeron un sustrato adecuado para la fermentación láctica.

Almeida et al. (79) identificaron a la sacarosa como el principal azúcar libre presente tanto en las hojas como en las raíces de *Beta vulgaris*. Este antecedente demuestra que los tallos y hojas conservan carbohidratos solubles capaces de servir como sustrato para los microorganismos fermentadores y de contribuir a una sensación residual de dulzor. En este estudio la presencia de azúcares reductores confirma que el fermentado mantuvo compuestos potencialmente relacionados con su perfil sensorial.

Cordero et al. (80) demostraron que los pollos de engorde presentaron una preferencia significativa por soluciones que contenían sacarosa y señalaron que la presentación de los compuestos en una matriz líquida favorece la evaluación de su aceptación. Esto permite plantear que los azúcares residuales y el equilibrio ácido-dulce del fermentado pudieron contribuir a la aceptación del agua suplementada.

10.1.3. Análisis mineral

La tabla 6 determina que el potasio, junto con el sodio, forma parte del equilibrio electrolítico de las aves y participa en la regulación osmótica y ácido-base. Por su parte, el calcio, fósforo y magnesio intervienen en el desarrollo óseo y en diferentes procesos metabólicos. Sin embargo, debido a que el fermentado se administró diluido en el agua, debe considerarse un aporte mineral complementario y no un sustituto del balanceado.

Tabla 6 Análisis de minerales de la fermentación de residuos de cosecha (tallos y hojas) de remolacha

PARÁMETROS	RESULTADOS
Potasio mg/L	**1821**
Calcio mg/L	**102**
Magnesio mg/L	**72**
Fósforo mg/L	**287**
Sodio mg/L	**118**
Hierro mg/L	**3.1**
Zinc mg/L	**N/D**

Mella et al. (81) encontraron que los tallos y hojas de (*Beta vulgaris*) contienen cantidades importantes de potasio, calcio y magnesio, lo que coincide con el perfil mineral obtenido en esta investigación. Estos componentes aportan valor nutricional a los residuos de remolacha y favorecen su aprovechamiento en la elaboración de productos fermentados.

El potasio y el sodio intervienen en la regulación del agua corporal, la presión osmótica, el equilibrio ácido-base, la transmisión nerviosa y la contracción muscular. Araujo et al. (82) indicaron que una adecuada disponibilidad de electrolitos favorece el rendimiento y la eficiencia alimenticia de los pollos de engorde. Además, la presencia de estos minerales ionizados contribuyó a la conductividad eléctrica registrada en el fermentado.

El calcio y el fósforo participan principalmente en el crecimiento y la mineralización del tejido óseo. El fósforo también interviene en el metabolismo energético, mientras que el calcio contribuye al funcionamiento muscular y nervioso. David et al. (83) destacaron que una adecuada relación entre estos minerales favorece la retención mineral y la formación ósea en los pollos.

10.1.4. Análisis Microbiológico

La tabla 7 describe que la presencia de estos microorganismos posee funciones complementarias. Entre ellos, destaca *Lactobacillus spp.*, considerado uno de los grupos bacterianos más relevantes del proceso fermentativo, debido a su capacidad para utilizar los azúcares disponibles en los tallos y hojas de remolacha y transformarlos principalmente en ácido láctico. Esta actividad contribuye a la acidificación y estabilidad del fermentado, generando condiciones menos favorables para el desarrollo de microorganismos no deseados. *Bacillus subtilis* destaca por su capacidad para producir enzimas relacionadas con la degradación de proteínas, carbohidratos y otros componentes vegetales. Por su parte, *Saccharomyces cerevisiae* participa en la transformación de los azúcares y aporta metabolitos

y componentes celulares relacionados con la microbiota, la barrera intestinal y la respuesta inmunitaria.

Tabla 7 Composición microbiológica del fermento de residuos de cosecha (tallos y hojas) de remolacha

PARÁMETRO/UNIDAD	RESULTADO	VLP*
***Lactobacillus spp* UFC/Ml**	2.25 x 10^6	**< 10^3**
***Bacillus subtilis* UFC/Ml**	3.5I X 10^6	**<10^5**
***Saccharomyces cerevisiae* UFC/Ml**	2.l9 X 10^6	**<10**
***Levaduras benéficas totales* UFC/Ml**	1.04 X 10^5	**<10000**

Wang et al. (84) determinaron que las bacterias ácido-lácticas, entre ellas *Lactobacillus plantarum*, inhibieron el crecimiento de E. coli y favorecieron la ganancia de peso, la altura de las vellosidades, la capacidad antioxidante y la diversidad de la microbiota intestinal de los pollos. Este antecedente respalda la importancia de los lactobacilos identificados en el fermentado, debido a su participación en la producción de ácido láctico y en la generación de un ambiente microbiano favorable.

Mohamed et al. (85) encontraron que la suplementación con *Bacillus subtilis* favoreció el peso corporal, la respuesta inmunitaria y la morfología intestinal, además de reducir la abundancia de bacterias del grupo *E. Shigella.* En el fermentado de remolacha, *B. subtilis* fue el microorganismo predominante, lo que incrementó el valor funcional de la bebida y favoreció la transformación y aprovechamiento de sus componentes vegetales.

Soren et al. (86) observaron que los productos de fermentación de *Saccharomyces cerevisiae* mejoraron la conversión alimenticia, redujeron poblaciones de bacterias gramnegativas patógenas y resistentes, y favorecieron la inmunidad humoral de los pollos. Este resultado se relaciona con la presencia de *S. cerevisiae* en la bebida y con los componentes derivados de su actividad fermentativa, especialmente mananos, β-glucanos y metabolitos de interés intestinal.

10.2. Parámetros productivos

10.2.1. Peso vivo

La tabla 8 comprueba que el peso vivo aumentó progresivamente en todos los tratamientos durante el periodo experimental la respuesta observada muestra que la bebida fermentada permitió mantener el crecimiento normal de las aves. Los niveles del 2 y 3 % produjeron los mayores pesos numéricos al finalizar el ensayo, lo que refleja una tendencia positiva relacionada con el aprovechamiento de los componentes fermentados de la remolacha.

Tabla 8 Resultados del análisis estadístico para el parámetro peso vivo (PV)

Días	Media por tratamiento (g)				Análisis estadístico	
	T0	T1	T2	T3	CV	P-value
Peso 14 días	283.64 a	269.58 a	285.06 a	288.12 a	8.97	0.7390
Peso 21 días	638.81 a	648.26 a	636.92 a	621.80 a	6.28	0.8244
Peso 28 días	1244.54 a	1303.89 a	1252.02 a	1300.46 a	5.90	0.5737
Peso 35 días	1644.17 a	1672.50 a	1670.00 a	1737.50 a	5.96	0.6093
Peso 42 días	2 577,08 a	2 698,33 a	2 765,42 a	2 785,42 a	5.50	0.2418

*Abreviaciones: P-value, probabilidad; CV, coeficiente de variación.

(a) medias que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí

Zhang et al. (87) encontraron que la inclusión de salvado de trigo fermentado no modificó significativamente el peso ni el crecimiento de los pollos, pero permitió mantener un desempeño semejante al control. Este comportamiento coincide con la presente investigación, donde el fermentado de remolacha sostuvo el crecimiento sin generar diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Ibrahim et al. (88) determinaron que la cebada fermentada al 10 % mejoró la ganancia de peso y la utilización del alimento, mientras que concentraciones diferentes no produjeron la misma respuesta. Este resultado demuestra que el efecto de los productos fermentados depende de la materia prima y del nivel de inclusión. En este estudio, los niveles del 2 y 3 % mostraron los mayores pesos finales de forma numérica.

Yu et al. (89) administraron un extracto vegetal fermentado mediante el agua de bebida y encontraron un mayor peso corporal con el nivel del 0,3 % durante la quinta semana. Este estudio se relaciona directamente con la vía de administración utilizada en la presente investigación y respalda que los fermentados vegetales suministrados en el agua pueden favorecer el crecimiento de los pollos.

10.2.2. Ganancia de peso

La tabla 9 detalla que la ganancia de peso presentó un comportamiento variable durante las primeras semanas. En la etapa final se observó el patrón más sobresaliente: T3 registró la mayor ganancia durante las semanas cuatro y cinco, mientras que T2 alcanzó el mayor promedio en la sexta semana. En este último periodo, todos los tratamientos suplementados superaron numéricamente al control.

Tabla 9 Peso promedio de ganancia de peso semanal en pollos broiler.

N° Semanas	Media por tratamiento (g)				Análisis estadístico	
	T0	T1	T2	T3	CV	P-value
2	231.81 a	217.75 a	233.23 a	236.29 a	10.99	0.7390
3	355.17 a	378.68 a	351.86 a	333.68 a	9.54	0.3543
4	605.73 a	655.63 a	615.10 a	678.66 a	11.55	0.4863
5	399.63 a	368.61 a	417.98 a	437.04 a	25.15	0.8067
6	932.92 a	1025.83 a	1095.42	1047.92 a	9.87	0.1973

*Abreviaciones: P-value, probabilidad; CV, coeficiente de variación.

(a) medias que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí

Sugiharto et al. (90) evaluaron una mezcla fermentada de pulpa de yuca y hojas de moringa en pollos de engorde y no encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso entre los grupos. Este resultado coincide con la presente investigación, donde la bebida fermentada de remolacha mantuvo una ganancia semejante al control y produjo ventajas numéricas en determinadas semanas.

Ibrahim et al. (91) utilizaron orujo de oliva fermentado y observaron que los niveles de 7,5 y 15 % incrementaron la ganancia de peso en comparación con el control. Los autores relacionaron esta respuesta con la transformación de la fracción vegetal y con una mayor disponibilidad de nutrientes. En el presente estudio también se observó una tendencia favorable en los tratamientos suplementados durante la etapa final, especialmente en T2 y T3.

Bhavna et al. (92) determinaron que niveles bajos de hojas de yuca fermentadas mantuvieron una mejor ganancia de peso que las concentraciones superiores. Este hallazgo demuestra que una mayor cantidad de material vegetal fermentado no produce necesariamente una respuesta productiva más alta. El mismo patrón se observó en esta investigación, porque T3 destacó en las semanas cuatro y cinco, pero T2 presentó la mayor ganancia en la sexta semana.

10.2.3. Conversión alimenticia

La tabla 10 específica que la conversión alimenticia presentó su respuesta más importante durante la quinta semana, cuando los tres tratamientos suplementados se diferenciaron estadísticamente del control; T1 obtuvo la mejor eficiencia, mientras que T2 y T3 mantuvieron resultados favorables y semejantes entre sí.

Tabla 10 Conversión alimenticia semanal en pollos broiler.

N° Semanas	Media por tratamiento (g)				Análisis estadístico	
	T0	T1	T2	T3	CV	P-value
2	1.65 a	1.72 a	1.61 a	1.62 a	9.34	0.7648
3	1.30 a	1.13 a	1.18 a	1.20 a	12.16	0.4832
4	1.14 a	1.12 a	1.13 a	1.05 a	8.05	0.5593
5	1.25 a	1.06 b	1.10 b	1.11 b	7.90	0.0466
6	2.17 a	2.36 a	2.05 a	1.94 a	23.84	0.6821

*Abreviaciones: P-value, probabilidad; CV, coeficiente de variación.

(a) medias que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí

(b) medias significativamente diferentes del grupo a, pero estadísticamente semejantes entre sí

Yu et al. (93) evaluaron un extracto fermentado de repollo, zanahoria, ajo, jengibre y cebolla administrado en el agua de bebida, y encontraron que la concentración más baja produjo la mejor conversión alimenticia durante la quinta semana. Este resultado coincide directamente con el comportamiento de T1 y demuestra que niveles reducidos de fermentos vegetales pueden favorecer la eficiencia productiva sin necesidad de aumentar su concentración.

Hai et al. (94) administraron extracto de cebolla roja fermentado con bacterias ácido-lácticas mediante el agua de bebida y observaron una mejora de la conversión alimenticia durante todo el periodo experimental. Este resultado respalda la respuesta obtenida en la quinta semana del presente estudio, cuando los tratamientos con fermento de remolacha mostraron mayor eficiencia que el control.

Omoor et al. (95) evaluaron forraje vegetal fermentado en concentraciones del 5, 10 y 15 % y determinaron que el nivel del 5 % presentó la mejor conversión alimenticia frente a la concentración más alta. Este comportamiento coincide con el tratamiento T1, que alcanzó el menor índice de conversión durante la quinta semana. La comparación indica que aumentar la concentración del material fermentado no garantiza una respuesta proporcional, debido a que

la eficiencia depende del equilibrio entre la cantidad administrada, su composición y la capacidad de utilización por las aves.

10.2.4. Consumo de alimento

La tabla 11 detalla que el fermento administrado no redujo el consumo voluntario del balanceado. Las aves suplementadas mantuvieron una ingestión comparable con el control, lo que indica una adecuada aceptación del tratamiento. Además, durante la sexta semana, T2 y T3 alcanzaron los mayores consumos numéricos, coincidiendo con la etapa de mayor ganancia de peso.

Tabla 11 Resultados del análisis estadístico para el consumo de alimento.

N° Semanas	Media por tratamiento (g)				Análisis estadístico	
	T0	T1	T2	T3	CV	P-value
2	382.78 a	369.30 a	370.25 a	379.35 a	2.91	0.2658
3	460.10 a	423.80 a	413.30 a	400.00 a	10.16	0.2823
4	687.23 a	729.13 a	682.40 a	714.58 a	8.91	0.6860
5	868.38 a	822.80 a	769.55 a	847.23 a	13.55	0.6408
6	1153.08 a	1079.88 a	1198.65 a	1166.93 a	6.74	0.2232

*Abreviaciones: P-value, probabilidad; CV, coeficiente de variación.

(a) medias que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí

Kim et al. (96) evaluaron diferentes productos de soya fermentada con Bacillus, Lactobacillus y levaduras en pollos de engorde. Los autores no encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento durante las fases de crecimiento y finalización. Este resultado coincide con la presente investigación, donde la suplementación con el fermentado de remolacha mantuvo estable la ingestión del balanceado.

Yu et al. (97) administraron un extracto de repollo, zanahoria, ajo, jengibre y cebolla fermentados mediante el agua de bebida. Durante la tercera, cuarta y quinta semanas no encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento, y el consumo total permaneció estable. Este resultado coincide directamente con la presente investigación por el origen vegetal del fermentado y por utilizar la misma vía de administración.

Dewi et al. (98) administraron extracto fermentado de cáscara de ajo en el agua de bebida de pollos de engorde, en concentraciones de 1,5, 3 y 4,5 %. Los autores no encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento entre el control y los grupos suplementados, lo que

indica que el fermento de ajo no provocó rechazo ni alteró la ingestión normal del balanceado. Además, las aves suplementadas alcanzaron mayor peso final y una conversión alimenticia más eficiente, especialmente con la concentración del 3 %.

10.2.5. Consumo de agua

La tabla 12 señala que el mayor consumo registrado inicialmente en los tratamientos suplementados demuestra una adecuada aceptación de la bebida fermentada y evidencia que las concentraciones del 1, 2 y 3 % no provocaron rechazo del agua. La respuesta no fue proporcional a la dosis durante todo el ensayo, ya que el tratamiento de mayor consumo varió con la edad de las aves. Este comportamiento puede relacionarse con la adaptación progresiva al fermentado, el aumento de las necesidades hídricas durante el crecimiento y las características sensoriales de la bebida.

Tabla 12 Resultados del análisis estadístico para el consumo de agua

N° Semanas	Media por tratamiento (ml)				Análisis estadístico	
	T0	T1	T2	T3	CV	P-value
2	1831.28 c	2515.65 a	2437.53 b	2512.53 a	2.07	<0.0001
3	3378.55 b	3683.93 a	3601.78 a	3578.58 a	2.23	0.0011
4	3074.98 b	3626.78 a	3439.28 a	3453.55 a	3.76	0.0004
5	3348.23 b	3448.20 ab	3505.35 ab	3587.50 a	3.02	0.0437
6	3889.60 a	3866.68 a	3729.18 b	3810.40 ab	1.51	0.0091

*Abreviaciones: P-value, probabilidad; CV, coeficiente de variación.

(a) medias que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí

(b) medias significativamente diferentes del grupo a, pero estadísticamente semejantes entre sí

(ab) medias que no difieren estadísticamente de los grupos a ni b.

(c) medias diferentes de los grupos a y b.

Raut et al. (99) determinaron que el pH, los sólidos disueltos y la composición mineral del agua influyen sobre el consumo de los pollos, especialmente durante las primeras etapas de crecimiento. También observaron que las diferencias iniciales en la ingestión pueden disminuir a medida que las aves avanzan en edad. Este resultado coincide con la variación semanal encontrada en el proyecto y demuestra que las características fisicoquímicas de la bebida influyeron en el patrón de consumo.

Higashida et al. (100) demostraron que los pollos responden sensorialmente a distintos azúcares las aves mostraron aceptación por glucosa, sacarosa y otros compuestos dulces en

concentraciones moderadas, mientras que las concentraciones elevadas generaron una respuesta menos favorable. Este comportamiento ayuda a explicar por qué los azúcares residuales del fermentado pudieron favorecer su aceptación, pero el consumo no aumentó proporcionalmente con la concentración durante todas las semanas.

Villanueva (101) evaluó jugo fermentado de banano en el agua de pollos de engorde, aunque el análisis estadístico no mostró diferencias entre los tratamientos, las aves que recibieron el fermento registraron el mayor consumo acumulado de agua y mantuvieron valores superiores desde la segunda hasta la sexta semana. Este comportamiento coincide con la mayor ingestión observada inicialmente en los tratamientos con fermento de remolacha y demuestra que las bebidas vegetales fermentadas pueden presentar una adecuada aceptación por las aves.

10.2.6. Mortalidad

La tabla 13 menciona que durante el ensayo se registraron seis casos de síndrome ascítico, todos confirmados mediante necropsia por esta razón la mortalidad global fueron iguales, con 6,25 %, mientras que la supervivencia alcanzó 93,75 %.

Tabla 13 Mortalidad de los pollos del proyecto

Tratamiento	Aves iniciales	Muertes	Mortalidad
T0	24	1	4,17 %
T1	24	1	4,17 %
T2	24	2	8,33 %
T3	24	2	8,33 %
Total	**96**	**6**	**6,25 %**

Wideman et al. (102) describieron que el síndrome ascítico comienza con un aumento de la resistencia vascular pulmonar y progresa hacia hipertensión pulmonar, sobrecarga cardíaca y falla ventricular derecha. Este proceso explica los hallazgos confirmados mediante necropsia y se relaciona con la susceptibilidad de los pollos de crecimiento acelerado frente a condiciones de menor disponibilidad de oxígeno.

Khajali (103) señala que la hipoxia es el principal desafío de la crianza de pollos en zonas de elevada altitud, debido a que aumenta la predisposición al síndrome ascítico y afecta la

capacidad del sistema cardiopulmonar para cubrir la demanda de oxígeno. Este planteamiento se relaciona con los casos encontrados en este ensayo desarrollado a 2 210 m s. n. m.

Zhou et al. (104) evaluaron residuos vegetales medicinales fermentados en pollos de engorde y determinaron que la mortalidad no presentó diferencias significativas entre el tratamiento suplementado y el control. Este resultado respalda que la administración de un producto vegetal fermentado no necesariamente está asociada con las muertes del lote. En la presente investigación, la ascitis también se presentó en T0, lo que indica que no estuvo limitada a los tratamientos que recibieron la bebida fermentada.

10.3. Relación beneficio- costo ($)

La Tabla 14 muestra que todos los tratamientos fueron económicamente viables, al presentar relaciones beneficio/costo superiores a 1,00. T0 obtuvo el valor más alto con 1,38, seguido de T1 con 1,36, T3 con 1,33 y T2 con 1,31. Esto significa que por cada dólar invertido se generaron ganancias netas de 0,38; 0,36; 0,33 y 0,31 USD, respectivamente. Aunque T3 alcanzó el mayor ingreso total, también presentó los egresos más elevados debido al costo adicional del fermentado. Por ello, el aumento de la concentración no produjo un incremento proporcional de la rentabilidad. Entre los tratamientos suplementados, T1, con 1 % de bebida fermentada, mostró el mejor equilibrio entre los costos y los ingresos. Considerando que los principales parámetros productivos no presentaron diferencias significativas, la rentabilidad dependió principalmente del precio de venta de 1,10 USD por libra y de los costos de cada tratamiento.

Tabla 14 Descripción de egresos e ingresos para el parámetro beneficio-costo

Descripción	T0 (USD)	T1 (USD)	T2 (USD)	T3 (USD)
EGRESOS				
Pollitos BB	19,50	19,50	19,50	19,50
Alimentación	62,50	62,50	62,50	62,50
Elaboración del fermentado	0,00	2,50	5,00	7,50
Agua	2,50	2,50	2,50	2,50
Luz	2,00	2,00	2,00	2,00
Insumos veterinarios	2,85	2,85	2,85	2,85
Cascarilla de arroz	1,50	1,50	1,50	1,50

Total de egresos	**90,85**	**93,35**	**95,85**	**98,35**
INGRESOS				
Venta de pollos	123,05	124,59	122,79	128,23
Venta de gallinaza	2,50	2,50	2,50	2,50
Total de ingresos	**125,55**	**127,09**	**125,29**	**130,73**
Utilidad	**34,70**	**33,74**	**29,44**	**32,38**
Relación beneficio/costo	**1,38**	**1,36**	**1,31**	**1,33**

Guaita (105), al evaluar un fermentado elaborado con hojas y tallos de coliflor en pollos de engorde, encontró que su utilización mantuvo resultados económicos favorables, aunque los parámetros productivos no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Este comportamiento coincide con la presente investigación, debido a que la bebida fermentada de remolacha tampoco produjo cambios significativos en los parámetros productivos, pero todos los tratamientos alcanzaron relaciones beneficio/costo superiores a uno. Esto demuestra que el aprovechamiento de residuos vegetales fermentados puede ser económicamente viable cuando se controlan los costos de elaboración y se mantiene un precio adecuado de comercialización de las aves.

Caiza (106) evaluó una bebida fermentada de yuca en niveles de 2 %, 4 % y 6 % en pollos de engorde. El peso vivo final no presentó diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, el nivel del 4 % alcanzó la mayor relación beneficio/costo, con 1,64. Este resultado coincide con la presente investigación, porque demuestra que un fermentado vegetal puede generar rentabilidad aun sin producir mejoras significativas en el desempeño productivo. Asimismo, evidencia que la alternativa económicamente más favorable no siempre corresponde a la concentración más elevada, sino al nivel que mantiene el mejor equilibrio entre los costos de suplementación y los ingresos obtenidos por la venta de las aves.

Santiana (107) reportó una relación beneficio/costo favorable al utilizar hojas descartadas de acelga fermentadas en la alimentación de pollos de engorde, a pesar de no encontrar diferencias significativas en los principales indicadores productivos. Este antecedente se relaciona con los resultados obtenidos, ya que la rentabilidad de los tratamientos con fermentado de remolacha estuvo determinada principalmente por la estructura de costos, el peso acumulado de las aves y el precio de venta. En ambos estudios, la valorización de residuos vegetales permitió obtener

un suplemento con potencial económico, aunque su rentabilidad dependió del control de los gastos asociados con su elaboración.

11. IMPACTOS

11.1. Impacto técnico

La investigación generó información técnica local sobre la elaboración, caracterización y administración de una bebida fermentada de tallos y hojas de remolacha en el agua de bebida en pollos broiler. La evaluación de concentraciones del 1, 2 y 3 % permitió determinar que la suplementación mantuvo el peso, la ganancia de peso y el consumo de alimento en valores similares al tratamiento control. Además, los tratamientos con fermento presentaron una mejora temporal de la conversión alimenticia al día 35 y variaciones significativas en el consumo de agua. Estos resultados constituyen una referencia para estandarizar el proceso fermentativo, ajustar los niveles de inclusión y orientar futuras investigaciones en condiciones productivas de mayor escala.

11.2. Impacto social

El estudio promueve el aprovechamiento de residuos de cosecha mediante una alternativa nutricional que puede ser elaborada con materias primas disponibles localmente. La información obtenida puede beneficiar principalmente a pequeños y medianos productores avícolas, al proporcionar una base técnica para evaluar bebidas fermentadas como complemento de la alimentación convencional. Asimismo, contribuye a fortalecer el conocimiento sobre estrategias nutricionales diferentes a los promotores antibióticos del crecimiento, fomentando prácticas de producción más responsables. Su aplicación, sin embargo, deberá respaldarse con nuevas evaluaciones que confirmen su eficacia bajo diferentes condiciones de crianza.

11.3. Impacto económico

La investigación generó un impacto económico favorable, debido a que todos los tratamientos presentaron relaciones beneficio/costo superiores a uno, considerando un costo total de alimentación bajo y un precio de venta considerable. El tratamiento T0 alcanzó la mayor rentabilidad, con una relación de 1,38, mientras que T1, con 1 % de bebida fermentada de

remolacha, obtuvo el mejor resultado entre los tratamientos suplementados, con 1,36; T3 registró 1,33 y T2 alcanzó 1,31. Estos resultados evidencian que la incorporación del fermentado vegetal permitió recuperar la inversión y generar utilidad sin afectar de manera significativa el desempeño productivo de las aves. Además, el aprovechamiento de tallos y hojas de remolacha aporta valor económico a residuos agrícolas que normalmente son descartados. No obstante, para fortalecer su aplicación a escala productiva, es necesario optimizar los costos de elaboración, almacenamiento y administración de la bebida fermentada.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. CONCLUSIONES

La caracterización física, química y microbiológica determinó que la bebida elaborada con tallos y hojas de remolacha presentó condiciones propias de un proceso fermentativo, con presencia de ácidos orgánicos, componentes nutricionales, minerales y microorganismos beneficiosos. Estos resultados demuestran que los residuos utilizados pueden transformarse en un suplemento líquido con potencial nutricional y funcional para la alimentación de pollos de engorde.

La administración del fermentado en el agua de bebida mantuvo el peso corporal, la ganancia de peso y el consumo de alimento en condiciones similares al tratamiento control. Se identificó una respuesta favorable temporal en la conversión alimenticia y variaciones en el consumo de agua; sin embargo, no se comprobó una reducción de la mortalidad ni de la morbilidad. Por tanto, el fermentado permitió conservar el desempeño productivo de las aves, aunque su efecto no fue uniforme en todas las variables evaluadas.

El análisis económico determinó que todos los tratamientos fueron rentables, al presentar relaciones beneficio/costo superiores a uno bajo un costo de alimentación y un precio de venta significativo. El tratamiento control T0 alcanzó la mayor relación beneficio/costo, con 1,38, mientras que T1, con 1 % de bebida fermentada de remolacha, obtuvo el mejor resultado entre los tratamientos suplementados, con 1,36. T3 registró 1,33 y T2 alcanzó 1,31. Por lo tanto, la inclusión del 1 % constituyó la alternativa económicamente más favorable entre los grupos que

recibieron el fermentado, debido a que mantuvo una rentabilidad cercana a la del control con un menor costo de suplementación que los niveles del 2 % y 3 %.

12.2. RECOMENDACIONES

-Evaluar el nivel de inclusión del 1 %, porque presentó el mejor comportamiento económico y una respuesta favorable en la eficiencia alimenticia. También sería conveniente probar concentraciones intermedias o más elevadas para establecer si existe una dosis capaz de mantener los beneficios productivos sin elevar innecesariamente el costo de elaboración.

-Desarrollar investigaciones que evalúen la combinación de fermentos derivados de la remolacha con otros aditivos naturales en la alimentación de pollos de engorde, a fin de generar nuevas alternativas nutricionales que contribuyan a mejorar la productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción avícola.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Mero Chávez UF, Baduy Molina AL, Cárdenas Reyes EE. Producción avícola y su incidencia en el desarrollo económico del cantón Olmedo, provincia de Manabí. Journal Business Science [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];3(2):43-61. Disponible en: https://revistas.uleam.edu.ec/index.php/business_science/article/view/227

2. Tamayo Mera AA. Suplementación de harina de remolacha (Beta vulgaris L.) y su efecto en la pigmentación y otros parámetros productivos en pollos de engorde [trabajo de titulación en Internet]. El Carmen, Ecuador: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen; 2022 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/5218/1/ULEAM-AGRO-0315.PDF

3. Yasmeen R, Ahmad F. Microbial fermented agricultural waste-based broiler feed: a sustainable alternative to conventional feed. Worlds Poult Sci J [Internet]. 2025 [citado 4 de agosto de 2026];81(1):271-287. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00439339.2024.2443222

4. Vinocunga-Pillajo DR, Jiménez-Tamayo FM. Análisis de las propiedades funcionales de productos a partir de subproductos agroindustriales: revisión sistemática. Rev Amaz Cienc Tecnol [Internet]. 2025 [citado 4 de agosto de 2026];10(1):1-19. Disponible en: https://revistas.uea.edu.ec/index.php/racyt/article/view/153

5. Ayalew H, Zhang H, Wang J, Wu S, Qiu K, Qi G, et al. Potential feed additives as antibiotic alternatives in broiler production. Front Vet Sci [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];9:916473. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2022.916473/full

6. Suárez Ramírez DA. Valoración de residuos de antibióticos presente en la carne de pollo comercializados en la ciudad de Machala [trabajo de titulación en Internet]. Machala: Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2024 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utmachala.edu.ec/items/254ed324-51bb-40c9-9553-e0a7ce770326

7. Amancha G, Celis Y, Irazabal J, Falconi M, Villacis K, Thekkur P, et al. High levels of antimicrobial resistance in Escherichia coli and Salmonella from poultry in Ecuador. Rev Panam Salud Publica [Internet]. 2023 [citado 4 de agosto de 2026];47:e15. Disponible en: https://journal.paho.org/en/articles/high-levels-antimicrobial-resistance-escherichia-coli-and-salmonella-poultry-ecuador

8. De Oliveira SPA, Albuquerque TMR, Massa NML, Rodrigues NPA, Sampaio KB, Nascimento HMA, et al. Investigating the effects of conventional and unconventional edible parts of red beet (Beta vulgaris L.) on target bacterial groups and metabolic activity of human colonic microbiota to produce novel and sustainable prebiotic ingredients. Food Res Int [Internet]. 2023 [citado 4 de agosto de 2026];171:112998. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996923005434

9. Pionce Choez JA. Evaluación de parámetros productivos de pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de pasto Saboya [trabajo de titulación en Internet]. Jipijapa, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2025 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/7985/1/Pionce%20Choez%20Jefferson%20Adrian.pdf

10. Sector avícola en Ecuador: estadísticas 2025 y su impacto en la economía y la alimentación [Internet]. 2026 ene 28 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://avinews.com/sector-avicola-en-ecuador-estadisticas-2025-impacto-economico/

11. Peralta Puedmag BD, Aguilar Camba SP. Inclusión de harina de sangre sobre los parámetros productivos en pollos de engorde Ross 308 [tesis de grado en Internet]. Calceta, Ecuador: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López; 2025. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://agris.fao.org/search/en/providers/124692/records/6970b30a89a404a27ae095f2

12. Ravindran V, Abdollahi MR. Nutrition and digestive physiology of the broiler chick: state of the art and outlook. Animals [Internet]. 2021 [citado 4 de agosto de 2026];11(10):2795. Disponible en: https://www.mdpi.com/2076-2615/11/10/2795

13. Escobar Restrepo CS, Salgado LN, Veloza Angulo LC, Pareja Arcila JC, Garay Pineda JF, Tapie Canacuan W, et al. Restricción alimentaria en pollos de engorde Ross 308 AP: análisis de desempeño productivo, desarrollo alométrico e integridad intestinal [trabajo de grado en Internet]. Medellín, Colombia: Universidad CES; 2025. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repository.ces.edu.co/items/e5071c7b-e1d0-4931-9808-d57a5f9033af

14. Torreblanca Carreón UER, Hernández Tori AR. Evaluación del comportamiento productivo de pollos broiler Ross 308 AP en dos localidades de la región Arequipa, 2021 [tesis de grado en Internet]. Arequipa, Perú: Universidad Católica de Santa María; 2023. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://agris.fao.org/search/en/providers/125037/records/67659dc4c0e94e3bc291b1d2

15. Gutiérrez Gonzáles ED, Cusi Ajata RJ. Optimización de la ganancia de peso en pollos Ross 308 aplicando dos niveles de proteína en dietas bajo condiciones del Altiplano boliviano. CIBUM Scientia [Internet]. 2025 [citado 4 de agosto de 2026];4(2):68-75. Disponible en: https://cibumscientia.umsa.bo/index.php/1/article/view/88

16. Aviagen. Ross 308 broiler: performance objectives [Internet]. Huntsville: Aviagen; 2022 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://ross-intl.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RossxRoss308-BroilerPerformanceObjectives2022-EN.pdf

17. Rodríguez A, Velepucha H, Martínez J, Sánchez K. Efecto productivo de la harina de quinua (Chenopodium quinoa) en aves Ross 308. Arch Zootec [Internet]. 2025 [citado 4 de agosto de 2026];74(287):240-247. Disponible en: http://uco.eu/ucopress/az/index.php/az/article/view/6048

18. Murillo GA, Vásquez Bejarano SA. Evaluación del desempeño de líneas genéticas Cobb 500® versus Ross 308® en pollos de engorde [tesis de maestría en Internet]. San Pedro Sula, Honduras: Universidad Tecnológica Centroamericana, Facultad de Postgrado; 2018. [citado 4

de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.unitec.edu/server/api/core/bitstreams/bd9ef45f-9af5-4fe9-8e11-c2d759fad5bd/content

19. Gaitán Quispe GA. Evaluación de dos programas de alimentación sobre el rendimiento productivo en pollos de carne Ross 308 en el distrito Eduardo Villanueva en Cajamarca [tesis de grado en Internet]. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias; 2025. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/8598/Tesis%20Gabriela%20Alexandra%20Gait%c3%a1n%20Quispe.pdf?sequence=1&isAllowed=y

20. Llanos Ramos FX. Prueba comparativa de los parámetros productivos entre pollos broiler Cobb 500 y pollos broiler Ross 308 en el cantón Caluma [trabajo de titulación en Internet]. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2023. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fdd38848-c5b3-4aa5-b9cc-d80932393659/content

21. Lalaleo Borja AL, Silva Deley LM. Evaluación de variables productivas e integridad intestinal en machos reproductores Ross 308 AP mediante la aplicación de aceite de orégano (Origanum vulgare L.) en el agua de bebida durante la etapa de cría. Siembra [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];11(1):e5445. Disponible en: https://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S247788502024000100011&script=sci_abstract

22. González Figueroa JM. Evaluación del comportamiento productivo de dos líneas de pollos reproductores Cobb 500 y Ross 308 en la etapa de inicio y levante [trabajo de integración curricular en Internet]. La Libertad, Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias; 2022. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3f35757c-f265-4f6b-82e3-b18cd2ec6a4f/content

23. Huachuhuillca Rivera R. Evaluación productiva de un programa de restricción de alimentos en pollos de engorde criados en altura [tesis de grado en Internet]. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2024. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/1a8b32fc-b6db-422a-94ac-2cd38e1b8585

24. Encarnación Rosas G. (Allium sativum) como fuente de coccidiostato natural en dietas para pollos de engorda [tesis profesional en Internet]. Tlatlauquitepec, Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias; 2023. [citado 4

de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/47297864-3343-415f-bcda-1cb014057643/content

25. Moya W, Barba J. Control of acute thermal stress in broilers Ross line 308 by inclusion of betaine in the water and its economic analysis. La Granja [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];35(1):72-84. Disponible en: https://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-85962022000100072

26. Galarza CAK. Butirato de sodio en alimentación de pollos de engorde de la línea genética Ross 308 AP a 2500 m s. n. m. [trabajo de titulación en Internet]. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; 2024. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28645

27. Livingston ML, Pokoo-Aikins A, Frost T, Laprade L, Hoang V, Nogal B, Phillips C, Cowieson AJ. Effect of heat stress, dietary electrolytes, and vitamins E and C on growth performance and blood biochemistry of the broiler chicken. Front Anim Sci [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];3:807267. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/animal-science/articles/10.3389/fanim.2022.807267/full

28. Lima DN, Carvalho DC de O, Gois GC, Vieira AA, Moraes EA, Antunes KV, et al. Coloração da gema e análise sensorial de ovos de codornas europeias (*Coturnix coturnix coturnix*) alimentadas com ração à base de sorgo com adição de farelo de urucum (*Bixa orellana* L.). Rev Ciênc Agrovet [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];21(4):497-503. Disponible en: https://revistabionatura.org/wp-content/uploads/2024/06/2-Articulo-v2.pdf

29. Rodríguez Yoza AA. Indicadores zootécnicos en la crianza de pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de Hibiscus rosa-sinensis [proyecto de investigación en Internet]. Jipijapa: Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera Agropecuaria; 2025 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/8020/1/Rodr%C3%ADguez%20Yoza%20%C3%81mbar%20Andreina.pdf

30. Iñiguez Heredia FA, Espinoza Bustamante XE, Galarza Molina EL. Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: artículo de revisión. Alfa Rev Investig Cienc Agron Vet [Internet]. 2021 [citado 4 de agosto de 2026];5(14):166-172. Disponible en: https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/115

31. Muñoz B, Benavides S, Naranjo A, Patiño D, Huaringa D, Aragón E. Efecto de diferentes fuentes de cobre como alternativas a los antibióticos en el alimento de pollos de engorde, su

rendimiento productivo y morfometría intestinal. Veterinaria (Montevideo) [Internet]. [citado 4 de agosto de 2026];61(Supl 1):206. Disponible en: https://revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/1438

32. Fonseca A, Kenney S, Van Syoc E, Bierly S, Dini-Andreote F, Silverman J, Boney J, Ganda E. Investigating antibiotic free feed additives for growth promotion in poultry: effects on performance and microbiota. Poult Sci [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];103(5):103604. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579124001834

33. Latimer GW Jr, editor. Official Methods of Analysis of AOAC International [Internet]. 22nd ed. New York: Oxford University Press; 2023 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://academic.oup.com/aoac-publications/book/45491

34. Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF de, Lopes DC, et al. Tablas brasileñas para aves y cerdos: composición de alimentos y requerimientos nutricionales [Internet]. 3.ª ed. Viçosa, Brasil: Universidad Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia; 2011. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/126-tablas_brasileras_aves_cerdos.pdf

35. Torres Cedeño MJ, Zambrano Cevallos ME, Robalino Briones CA. Efecto de los probióticos en el tracto intestinal de pollos de engorde: revisión sistemática. Alfa Rev Investig Cienc Agron Vet [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];8(24):1056-1071. Disponible en: https://www.revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/430/1029

36. Fuentes Alvarado C. Análisis de la aplicación de Bacillus subtilis como probiótico en la producción de pollos de engorde [trabajo de titulación en Internet]. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2021. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/af67eb01-3bd4-4c9f-8242-a01e14aa00da/content

37. Zaquipulla Delgado CA. Evaluación del manejo integral y parámetros productivos de pollos de engorde en la granja avícola San Bernardo, parroquia San Joaquín, cantón El Triunfo, provincia del Guayas [trabajo de titulación en Internet]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Carrera de Zootecnia; 2022. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/a995fc1c-30eb-49ae-bb07-8f512696706a/content

38. García-Ortega MG, Lucas-Resabala DE, Campozano-Marcillo GA. Adición de Origanum vulgare en la alimentación de pollos de engorde. Rev Cient Arbitr Multidiscip PENTACIENCIAS [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];6(2):175-183. Disponible en: https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/1035

39. Maquilon-Ortega KL. Evaluación del efecto de la harina de coco como ingrediente alternativo en el rendimiento productivo de pollos de engorde. Rev Cient Cienc Método [Internet]. 2025 [citado 4 de agosto de 2026];3(4):309-317. Disponible en: https://revistacym.com/index.php/home/article/view/112/288

40. Córdova Villa BD. Efecto de tres tipos de aditivos comerciales sobre los indicadores zootécnicos en pollos de engorde durante la etapa inicial [trabajo de integración curricular en Internet]. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2024. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/64468a28-7f41-44ca-92a4-7aaf4075e718/content

41. Lucio Sornoza LA. Indicadores productivos en pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de forraje alternativo [trabajo de titulación en Internet]. Jipijapa, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2024. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6830/1/Lucio%20Sornoza%20Luis%20Antonio.pdf

42. Morán Nieto KV. Evaluación de los parámetros productivos en pollos de engorde a la inclusión de harina de palmiste (Elaeis guineensis) [trabajo de titulación en Internet]. Jipijapa, Ecuador: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2022. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3682/1/TESIS%20ULTIMA%20KARLA%20MORAN%20FINAL.pdf

43. López Kayap IE. Utilización de Mansoa alliacea (ajo del monte) en pollos de engorde para mejorar las condiciones sanitarias-productivas [trabajo de titulación en Internet]. Macas, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2022. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/2f24640a-0eca-4176-9918-72950c9f0987/content

44. Santos Yagual SO. Estudio de factibilidad de la implementación de una granja avícola de pollos de engorde semitecnificada en la comuna Río Verde [tesina en Internet]. La Libertad,

Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias Agrarias; 2020. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/52a05563-9005-4f67-bed2-514066234c3e/conten

45. Coello-Panta KZ, Marin-Loor LY, Campozano-Marcillo GA. Allium sativum y Allium cepa en pollos de engorde sobre los parámetros productivos. Rev Cient Arbitr Multidiscip PENTACIENCIAS [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];6(5):330-341. Disponible en: https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/1239/1669.

46. Castelo Figueroa JM. Efecto de tres programas de alimentación balanceada en el rendimiento productivo de pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. El Carmen, Ecuador: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, Carrera de Ingeniería Agropecuaria; 2023. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4620/1/ULEAM-AGRO-0139.pdf

47. Rodríguez B, Martínez-Pérez M, Vives Y, Ayala L, Pérez O. Evaluación de la harina de frutos de Roystonea regia para la alimentación de pollos de engorde. Livest Res Rural Dev [Internet]. 2020 [citado 4 de agosto de 2026];32(7):artículo 118. Disponible en: https://lrrd.cipav.org.co/lrrd32/7/brodri32118.html

48. Mosquera Rodríguez JA. Efecto del uso de aceite de cannabis sobre los parámetros productivos en pollos de engorda Broiler Cobb 500 [trabajo de integración curricular en Internet]. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2024. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c92cf1a1-4129-428c-a718-0c2e48cbc6ac/content

49. Cañar Mora VA. Rendimiento a la canal de la línea Ross 308 con diferentes sistemas de manejo en la época de invierno en Ecuador [trabajo de titulación en Internet]. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2018. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9c939918-cc63-45bb-a83d-dd89427a2fde/content

50. Sánchez-Zamora N, Silva-Vázquez R, Rangel-Nava ZE, Hernández-Martínez CA, Kawas-Garza JR, Hume ME, et al. Inulina de agave y aceite de orégano mejoran la productividad de pollos de engorda. Ecosist Recur Agropec [Internet]. 2019 [citado 4 de agosto de

2026];6(18):523-534. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007902820190003005 23&script=sci_arttext

51. Báez Quiñones N, Martínez-Pérez M, Rodríguez Sánchez B, Cobo-Cuña R, Pérez-Acosta OG. Análisis económico del uso de harina de palmiche en la alimentación de pollos de engorde. Cienc Tecnol Agropecuaria [Internet]. 2023 [citado 4 de agosto de 2026];24(3):e3274. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-87062023000300014&script=sci_arttext

52. Lúquez-Pérez LR, Hleap-Zapata JI. Viabilidad del uso de harina de residuos pesqueros de la Ciénaga de Zapatosa en la alimentación de pollos de engorde. Rev UDCA Actual Divulg Cient [Internet]. 2020 [citado 4 de agosto de 2026];23(2):e1202. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123422620200002000 07&script=sci_abstract&tlng=es

53. Flórez-Delgado DF, Cobos-Lizarazo KL. Análisis de la inclusión de Cucurbita moschata sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. Cienc Tecnol Agropecuaria [Internet]. 2021 [citado 4 de agosto de 2026];22(3):e2123. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122870620210003000 08&script=sci_arttext.

54. Espinel Loor VL. Análisis químico de agua con alfalfa y su estudio de mercado en pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. El Carmen, Ecuador: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, Carrera de Ingeniería Agropecuaria; 2024. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7246/1/ULEAM-AGRO-0393.pdf

55. Paredes M, Risso AL. Efectos de la inclusión dietaria de harina de alfalfa sobre rendimiento productivo, carcasa y peso de órganos digestivos y linfoides del pollo de engorde tipo orgánico. Rev Investig Vet Perú [Internet]. 2020 [citado 4 de agosto de 2026];31(2):e17846. Disponible en: https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/122237/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

56. Quishpe Proaño CX. Evaluación de tres niveles de adición de chayote (Sechium edule) para la producción en pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; 2024. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/25e1f77a-761a-4e21-b18d-405f7c03a3c5/content

57. Rodríguez B, Savón L, Vázquez Y, Ruiz TE, Herrera M. Comportamiento productivo de pollos de engorde alimentados con harina de forraje de Tithonia diversifolia. Livest Res Rural Dev [Internet]. 2020 [citado 4 de agosto de 2026];32(2):22. Disponible en: https://lrrd.cipav.org.co/lrrd32/2/brod32022.html

58. Macías-Chila RR, Haro-Altamirano JP, Mendieta-Vivas RJ, Rojas-Oviedo LA, Zambrano-Cárdenas GO. Evaluación de harina de residuos de camarón sobre desempeño, características de la carcasa y rendimiento económico en pollos de engorde. Polo del Conocimiento [Internet]. 2020 [citado 4 de agosto de 2026];5(N.º esp. 1):653-669. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7659349

59. Flórez-Delgado D, Olaya-Rendón K. Inclusión de harina de Bactris gasipaes en dieta de pollos de engorde. RIVAR [Internet]. 2023 [citado 4 de agosto de 2026];10(30):152-165. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-49942023000300152&script=sci_arttext.

60. Gutiérrez-Castro LL, Corredor-Matus JR, Henao-Hernández DC. Uso de harina de follaje de Tithonia diversifolia en la alimentación de pollos de engorde. Orinoquia [Internet]. 2019 [citado 4 de agosto de 2026];23(2):56-62. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121370920190002000056&script=sci_arttext

61. Flores Erazo AE. Evaluación del uso combinado de ajo y yogur natural como promotores del crecimiento en pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; 2026. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1ccda5a8-36e9-40e9-bd62-117b9bd6789f/content

62. Barreto Beltrán MJ, Fierro Rojas Y, Torres Novoa DM, Cortes Martínez DE. Análisis de parámetros productivos de pollos de engorde en una avícola comercial del municipio de Cáqueza, Cundinamarca. Agricolae Habitat [Internet]. 2019 [citado 4 de agosto de 2026];2(1):1-9. Disponible en: https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/agricolae/article/view/3519/3437

63. Lalama Santamaría DC. Valorización energética de harina de palmiste utilizada en la alimentación de pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; 2022. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en:

https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2006cdd1-7fce-4cd9-95a8-eafd39380b69/content

64. Gaviria YS, Figueroa OA, Zapata JE. Efecto de la inclusión de ensilado químico de vísceras de tilapia roja (Oreochromis spp.) en dietas para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y sanguíneos. Inf Tecnol [Internet]. 2021 [citado 4 de agosto de 2026];32(3):79-88. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642021000300079&script=sci_arttext&tlng=en

65. Real Núñez HL. Inclusión de tres niveles de afrecho de cerveza seco en sustitución del maíz durante la fase de crecimiento y acabado de pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; 2022. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/55b02b23-60cc-4e4f-8389-a850e9e57823/content

66. Kumar H, Bhardwaj I, Nepovimova E, Dhanjal DS, Shaikh SS, Knop R, Atuahene D, Shaikh AM, Kovács B. Revolutionising broiler nutrition: the role of probiotics, fermented products, and paraprobiotics in functional feeds. J Agric Food Res [Internet]. 2025 [citado 4 de agosto de 2026];21:101859. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154325002303

67. Zambrano Silva KM. Incorporación de suero de leche fermentado como probiótico en el agua de bebida de pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria; 2026. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/301b2651-e87e-46a0-967d-eaae78928d77/content

68. Toapanta Muñoz ME. Evaluación en la crianza de pollos con tres niveles de fermento de plátano verde como fuente de probiótico [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria; 2025 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/bc5272cf-f5a5-43b7-af96-cf459985fab5/content

69. Burgasi Oñate JV. Evaluación del fermento de moringa (Moringa oleifera) como probiótico en la alimentación de pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos

Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria; 2026. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/items/772dd5eb-24bd-47da-837d-cfb3936a49b0

70. Chicaiza Quile CF. Utilización de dos enzimas (amilasa y fitasa) en la dieta de pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria; 2018. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/fb9c8719-2af2-4a71-ac39-fb4858293852/content

71. Zuñiga Andrango EP. Evaluación de dos niveles de inclusión de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) en la alimentación de pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria; 2023. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/8d76b763-1755-452f-ba2a-c9cb7f86dc9a/content

72. Carreño Correa RD, Celis Alba DC, Bautista Rodríguez JF, Salazar Mercado SA. Harina de hoja de bore (Alocasia macrorrhiza) como materia prima en el balanceado para pollos de engorde. BISTUA Rev Fac Cienc Básicas [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];20(1). Disponible en: https://ojs.unipamplona.edu.co/bistua/article/view/1156/1528

73. Quingaluisa Cuji MR. Sustitución del maíz por harina de cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) en la alimentación de pollos de engorde [trabajo de titulación de maestría en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Dirección de Posgrado, Maestría en Ciencias Veterinarias; 2023. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f0037567-85fb-44fe-9d37-58eaac4ac64f/content

74. Bernal Arias J, Rico Sossa JM, Barrientos Grajales SM. Evaluación del uso del botón de oro (Tithonia diversifolia) como complemento nutricional en el proceso de producción de pollo de engorde [trabajo de grado en Internet]. Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2022. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/d8e7681f-7bd9-4f97-b3f0-b00d4982882e/content

75. Guerra Ortiz JA. Evaluación de la harina de romero (Salvia rosmarinus) en la producción avícola en el cantón Píllaro [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria; 2025. [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/88b81c3e-8ef7-40b8-9775-db687efea725/content

76. Acar EG, Devecioglu D, Ozkan G, Karbancioglu-Guler F, Kahveci D. Exploring the valorization of green leaves accumulated as agricultural waste into plant-based fermented juices. Front Nutr [Internet]. 2026 [citado 4 de agosto de 2026];13:1823095. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2026.1823095/full

77. Janiszewska-Turak E, Hornowska Ł, Pobiega K, Gniewosz M, Witrowa-Rajchert D. Changes in physical and chemical parameters of beetroot and carrot juices obtained by lactic fermentation. Appl Sci [Internet]. 2023 [citado 4 de agosto de 2026];13(10):6113. Disponible en: https://www.mdpi.com/2076-3417/13/10/6113

78. Don SM, Rambli M, Nore BF. Fermented beverages of natural herbs: Cymbopogon citratus, Zingiber officinale, Moringa oleifera, Mentha and Curcuma longa. Biocatal Agric Biotechnol [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];58:103201. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1878818124001853

79. Almeida D, Petropoulos SA, da Silveira TFFF, Pires TCSP, Ferreira ICFR, Fernandes Â, Barros L. Exploring the biochemical profile of Beta vulgaris L.: a comparative study of beetroots and Swiss chard. Plants [Internet]. 2025 [citado 4 de agosto de 2026];14(4):591. Disponible en: https://www.mdpi.com/2223-7747/14/4/591

80. Cordero P, Herrera-Alcaíno S, Philp V, Muñoz G, Luna D, Guzmán-Pino SA. Taste preferences in broilers: effect of age, delivery matrix, and number of chickens per pen on selection and consumption behaviour. Animals [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];14(10):1507. Disponible en: https://www.mdpi.com/2076-2615/14/10/1507

81. Mella C, Rojas N, Calderon-Bravo H, Muñoz LA. Evaluating biocompounds in discarded beetroot (Beta vulgaris) leaves and stems for sustainable food processing solutions. Foods [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];13(16):2603. Disponible en: https://www.mdpi.com/2304-8158/13/16/2603

82. Araujo AC, Araújo RDS, Dourado LRB, Machado JS, Bayão GFV, Amoroso L, Artoni SMB, Shimano AC, Sousa KRS. Analysis of performance, bone characteristics, and expression of genes involved in the balance of ionic concentrations in broilers subjected to dietary

electrolyte balance levels. Br Poult Sci [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];63(2):226-234. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00071668.2021.1966754

83. David LS, Abdollahi MR, Bedford MR, Ravindran V. Requirement of digestible calcium at different dietary concentrations of digestible phosphorus for broiler chickens. 1. Broiler starters (d 1 to 10 post-hatch). Poult Sci [Internet]. 2021 [citado 4 de agosto de 2026];100(11):101439. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579121004624

84. Wang L, Lin Z, Ali M, Zhu X, Zhang Y, Li S, Li K, Kebzhai F, Li J. Effects of lactic acid bacteria isolated from Tibetan chickens on the growth performance and gut microbiota of broiler. Front Microbiol [Internet]. 2023 [citado 4 de agosto de 2026];14:1171074. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2023.1171074/full

85. Mohamed TM, Sun W, Bumbie GZ, Elokil AA, Mohammed KAF, Zebin R, et al. Feeding Bacillus subtilis ATCC19659 to broiler chickens enhances growth performance and immune function by modulating intestinal morphology and cecum microbiota. Front Microbiol [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];12:798350. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2021.798350/full

86. Soren S, Mandal GP, Mondal S, Pradhan S, Mukherjee J, Banerjee D, et al. Efficacy of Saccharomyces cerevisiae fermentation product and probiotic supplementation on growth performance, gut microflora and immunity of broiler chickens. Animals [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];14(6):866. Disponible en: https://www.mdpi.com/2076-2615/14/6/866

87. Zhang AR, Wei M, Yan L, Zhou GL, Li Y, Wang HM, et al. Effects of feeding solid-state fermented wheat bran on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. Poult Sci [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];101(1):101402. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579121004259

88. Ibrahim D, El-Sayed HI, Mahmoud ER, Abd El-Rahman GI, Bazeed SM, Abdelwarith AA, et al. Impacts of solid-state fermented barley with fibrolytic exogenous enzymes on feed utilization, and antioxidant status of broiler chickens. Vet Sci [Internet]. 2023 [citado 4 de agosto de 2026];10(10):594. Disponible en: https://www.mdpi.com/2306-7381/10/10/594

89. Yu H, Khanum S, Ali MM, Rahman A, Hayat Z, Waqas M, et al. Research note: effects of fermented vegetable extract supplementation via drinking water on growth performance, immune function, and antioxidant status in broiler chickens. Poult Sci [Internet]. 2025 [citado

4 de agosto de 2026];104(10):105583. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579125008259

90. Sugiharto S, Widiastuti E, Isroli I, Yudiarti T, Sartono TA, Wahyuni HI. Effect of feeding fermented mixture of cassava pulp and Moringa oleifera leaf meal on immune responses, antioxidative status, biochemistry indices, and intestinal ecology of broilers. Vet World [Internet]. 2020 [citado 4 de agosto de 2026];13(2):392-399. Disponible en: https://www.veterinaryworld.org/Vol.13/February-2020/23.html

91. Ibrahim D, Moustafa A, Shahin SE, Sherief WRIA, Abdallah K, Farag MFM, et al. Impact of fermented or enzymatically fermented dried olive pomace on growth, expression of digestive enzyme and glucose transporter genes, oxidative stability of frozen meat, and economic efficiency of broiler chickens. Front Vet Sci [Internet]. 2021 [citado 4 de agosto de 2026];8:644325. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2021.644325/full

92. Bhavna A, Zindove TJ, Iji PA, Bakare AG. Growth performance, carcass characteristics and meat sensory evaluation of broiler chickens fed diets with fermented cassava leaves. Anim Biosci [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];37(7):1225-1235. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11222849/

93. Sun H, Chen D, Cai H, Chang W, Wang Z, Liu G, et al. Effects of fermenting the plant fraction of a complete feed on the growth performance, nutrient utilization, antioxidant functions, meat quality, and intestinal microbiota of broilers. Animals [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];12(20):2870. Disponible en: https://www.mdpi.com/2076-2615/12/20/2870

94. Hai PV, Hung PHS, Van Son H. Lactic-fermented red onion (Allium cepa L.) extract in drinking water improves feed efficiency, selectively modulates cecal microbiota, and reduces ammonia emission in heat-stressed yellow-feather chickens. Trop Anim Health Prod [Internet]. 2026 [citado 4 de agosto de 2026];58:463. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-026-05265-6

95. Omoor INA, Yankey R, Shehata AI, Fang CH, Hui L, Dongmei L, et al. Dietary supplement of fermented grass forage regulates growth performance, antioxidant capacity, and immune response of broiler chickens. Poult Sci [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];103(2):103323. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579123008428

96. Irawan A, Ratriyanto A, Respati AN, Ningsih N, Fitriastuti R, Suprayogi WPS, et al. Effect of feeding fermented soybean meal on broiler chickens' performance: a meta-analysis. Anim Biosci [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];35(12):1881-1891. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9659450/

97. Karar EMH, Atta AMM, Gharib HBA, El-Menawey MAA. Impact of prebiotic supplementation on productive performance, carcass traits, and physiological parameters of broiler chickens under high stocking density condition. J World Poult Res [Internet]. 2023 [citado 4 de agosto de 2026];13(1):48-60. Disponible en: https://jwpr.science-line.com/attachments/article/71/JWPR%2013%281%29%2C%2048-60%2C%202023.pdf

98. Dewi NPSC, Dewi IGAMK, Nuriyasa IM. Effect of giving fermented garlic peel (Allium sativum) extract through drinking water on broiler productivity. Int J Life Sci Earth Sci [Internet]. 2024 [citado 4 de agosto de 2026];7(1):60-67. Disponible en: https://sloap.org/journal/index.php/ijle/article/view/2302

99. Raut R, Biswas BK, Taylor-Bowden TR, et al. Effects of chronic exposure of specific water quality parameters in poultry drinking water on dietary amino acid digestibility and early broiler performance. Poult Sci [Internet]. 2025 [citado 4 de agosto de 2026];104(2):104835. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579124014019

100. Higashida M, Yoshida Y, Kawabata Y, Matsui Y, Nishimura S, Tabata S, Kawabata F. Behavioral responses to sweet compounds via T1R2-independent pathways in chickens. Poult Sci [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];101(7):101928. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579122002206

101. Villanueva MD. Effect of different probiotics on the growth performance of broiler chicken. J Anim Sci Vet Med [Internet]. 2023 [citado 4 de agosto de 2026];8(3):72-81. Disponible en: https://integrityresjournals.org/journal/JASVM/article-full-text-pdf/E3362FEC4

102. Wang E, Li Q, Song W, Fang W, Liu P. Pathogenesis and prevention of ascites syndrome in broilers. En: Abbas RZ, Khan A, Liu P, Saleemi MK, editores. Animal health perspectives. Vol. 2 [Internet]. Faisalabad: Unique Scientific Publishers; 2022 [citado 4 de agosto de 2026]. p. 273-279. Disponible en: https://uniquescientificpublishers.com/wp-content/uploads/2022/ahp-v2/273-279.pdf

103. Khajali F. Managing broiler production challenges at high altitude. Vet Med Sci [Internet]. 2022 [citado 4 de agosto de 2026];8(4):1519-1527. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9299348/

104. Zhou X, Li S, Jiang Y, Deng J, Yang C, Kang L, Zhang H, Chen X. Use of fermented Chinese medicine residues as a feed additive and effects on growth performance, meat quality, and intestinal health of broilers. Front Vet Sci [Internet]. 2023 [citado 4 de agosto de 2026];10:1157935. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2023.1157935/full

105. Guaita Fonseca LS. Uso de residuos de cosecha de coliflor (hojas y tallos) fermentados en dietas para pollos de engorde [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria; 2026 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/405b525e-aff7-479d-8bde-e1e19f52f50a/content

106. Caiza Caillagua JJ. Evaluación del rendimiento productivo en pollos al último mes con tres niveles de fermentación de yuca como fuente de probióticos [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria; 2026 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c3261571-9491-4f16-80a1-806cbf632835/content

107. Santiana Flores JN. Evaluación del uso de desechos de acelga (hojas descartadas) fermentados con microorganismos benéficos en dietas de broilers [proyecto de investigación en Internet]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Medicina Veterinaria; 2026 [citado 4 de agosto de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/863c89f6-6919-4ef2-8d9e-4d32301e3c98/content