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 QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE"

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

Autora:
Montaluisa Herrera Lisbeth Gissella

Tutora:
Silva Déley Lucia Monserrath

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Montaluisa Herrera Lisbeth Gissella, con cédula de ciudadanía No. 0550217889, declaro ser autora del presente Proyecto de Investigación: **"EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE"**, siendo la Ing. Silva Déley Lucia Monserrath, Mg, 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, 7 de agosto del 2026

Montaluisa Herrera Lisbeth Gissella
C.C: 0550217889
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 **MONTALUISA HERRERA LISBETH GISSELLA**, identificada con cédula de ciudadanía **0550217889** 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 QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) 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: Abril 2021-Agosto 2021

Finalización de la carrera: Abril 2026 – Agosto 2026

Tutor: Ing. Silva Déley Lucia Monserrath, Mg.

Tema: **"EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) 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 7 días del mes de agosto de 2026.

Lisbeth Gissella Montaluisa Herrera	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 QUINUA *(Chenopodium quinoa* Willd*)* COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE", de Montaluisa Herrera Lisbeth Gissella, 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, 7 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: Montaluisa Herrera Lisbeth Gissella, con el título del Proyecto de Investigación: **"EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE QUINUA *(Chenopodium quinoa* Willd*)* 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, 7 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

A Dios por ser mi guía constante en este camino, por darme la fuerza y fortaleza en mis días más complicados, a mi mayor inspiración mi mami Lu quien siempre estuvo conmigo en cada logro por más pequeño que fuera, por su amor incondicional, por creer en mí en cada etapa de este camino, por sostenerme con cada una de sus oraciones.

De manera muy especial agradezco a mi hermana, mi padre y mis amigos quienes fueron un pilar fundamental, a esa persona especial por ser mi compañero incondicional, por su cariño y por brindarme su apoyo absoluto en cada momento de este proceso.

A mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y formarme académicamente, de igual manera a mis docentes y de manera muy especial a mi tutora de este proyecto por su paciencia y orientación.

Lisbeth Gissella Montaluisa Herrera

DEDICATORIA

A mi mami Lucrecia con todo mi amor infinito, este es el fruto de nuestra constancia, porque este logro nos pertenece a las dos.

A mi papá por todo lo compartido en momentos importantes y porque forma parte de este camino, a mi hermana por estar presente de una manera única, a mi amigo incondicional por creer en mí y acompañarme en cada paso de este proceso.

A todos los que formaron una parte importante en esta etapa y a los jóvenes que hoy inician este proceso nunca se rindan que cada esfuerzo vale la pena.

Lisbeth Gissella Montaluisa Herrera

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: "EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE".

Autora:
Montaluisa Herrera Lisbeth Gissella

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del consumo de bebida fermentada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) como probiótico en pollos de engorde de la línea Cobb 500. Se utilizó un enfoque cuantitativo, con un método hipotético-deductivo. La investigación se llevó a cabo mediante un diseño experimental completamente al azar durante un período de 42 días, con cuatro tratamientos: T0 (control), T1 (2 %), T2 (4 %) y T3 (6 %) de bebida fermentada suministrada en el agua de bebida. Se utilizaron 100 aves las cuales fueron distribuidas en 25 por tratamiento, con cinco repeticiones de cinco aves cada una, considerando cada repetición como una unidad experimental. El estudio tuvo como finalidad determinar la composición física, química y microbiológica de la bebida fermentada de quinua, además de evaluar las variables productivas como peso corporal, consumo de alimento y agua, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y relación beneficio-costo. Los datos obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza ANOVA y prueba de comparación de medias de Tukey ($p<0,05$) para determinar diferencias entre tratamientos. El fermentado presentó características adecuadas de calidad, con un pH de 3,80 y una concentración superior a $1,89 \times 10^6$ UFC/mL de Lactobacillus spp, bacteria predominante en el proceso de fermentación. El análisis estadístico evidenció diferencias significativas ($p<0,05$) en el consumo de agua y la conversión alimenticia durante una de las etapas evaluadas, mientras que no existieron diferencias significativas ($p>0,05$) en la mayoría de los parámetros productivos. El tratamiento T3 tuvo una tendencia numérica favorable registrando la mejor conversión alimenticia, con un valor de 1,21, mientras que el tratamiento T2 presentó la menor mortalidad del 4 % y la mayor relación beneficio-costo, con un índice de 1,26. Estos resultados indican que la suplementación con bebida fermentada de quinua constituye una alternativa para la alimentación de pollos de engorde, debido a que no mostró efectos negativos en los parámetros productivos evaluados y mostró un comportamiento adecuado durante el período experimental.

Palabras clave: Quinua, fermento, probiótico, Parámetros productivos, pollos cobb 500.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "EFFECT OF CONSUMING A FERMENTED QUINOA DRINK (*Chenopodium quinoa* Willd) AS A PROBIOTIC IN BROILER CHICKENS".

Author:
Montaluisa Herrera Lisbeth Gissella

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of feeding a fermented quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) beverage as a probiotic to Cobb 500 broiler chickens. A quantitative approach was used, employing a hypothetical-deductive method. The research was conducted using a completely randomized experimental design over a 42-day period, with four treatments: T0 (control), T1 (2%), T2 (4%), and T3 (6%) of the fermented beverage added to the drinking water. A total of 100 birds were used, distributed at 25 per treatment, with five replicates of five birds each, with each replicate considered an experimental unit. The study aimed to determine the physical, chemical, and microbiological composition of the fermented quinoa drink, as well as to evaluate production variables such as body weight, feed and water intake, weight gain, feed conversion ratio, mortality, and cost-benefit ratio. The data obtained were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test for comparing means ($p < 0.05$) to determine differences between treatments. The fermented drink exhibited adequate quality characteristics, with a pH of 3.80 and a concentration greater than 1.89×10^6 CFU/mL of Lactobacillus spp., the predominant bacterium in the fermentation process. Statistical analysis revealed significant differences ($p<0.05$) in water intake and feed conversion during one of the evaluated stages, while there were no significant differences ($p>0.05$) in most of the production parameters. Treatment T3 showed a favorable numerical trend, recording the best feed conversion ratio, with a value of 1.21, while treatment T2 had the lowest mortality rate (4%) and the highest benefit-to-cost ratio, with an index of 1.26. These results indicate that supplementation with fermented quinoa drink is a viable alternative for broiler chicken feed, as it did not show any negative effects on the evaluated production parameters and performed adequately during the experimental period.

Keywords: Quinoa, starter culture, probiotic, production parameters, Cobb 500 chickens

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

4. PROBLEMÁTICA 3

5. OBJETIVOS:..... 4

5.1. General..... 4

5.2. Específicos..... 4

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

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA..... 6

7.1. Suplemento nutricional..... 6

7.2. Probióticos..... 6

7.2.1. Definición de los probióticos..... 6

7.2.2. Mecanismos de acción de los probióticos 7

7.2.3. Beneficios de los probióticos..... 8

7.3. Prebióticos 8

7.4. Simbióticos 9
7.5. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) 9
7.5.1. Generalidades 9
7.5.2. Composición nutricional 10
7.5.3. Compuestos bioactivos 11
7.5.4. Potencial como alimento funcional 11
7.6. Bebida fermentada de quinua 12
7.6.1. Elaboración 12
7.6.2. Características físico-químicas 12
7.6.3. Características microbiológicas 13
7.6.4. Aplicaciones en producción animal 13
7.7. Pollos de engorde 14
7.7.1. Características productivas 14
7.7.2. Línea Cobb 500 15
7.8. Salud intestinal e inmunidad 15
7.8.1. Tracto gastrointestinal 15
7.8.2. Microbiota intestinal 16
7.8.3. Composición de la microbiota intestinal 16
7.8.4. Funciones de la microbiota 17
7.9. Parámetros productivos 17
7.9.1. Peso 18
7.9.2. Consumo 18
7.9.3. Conversión 18
7.9.4. Mortalidad 18
8. HIPÓTESIS 19
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL 19
9.1. Ubicación del proyecto de investigación 19

9.2. Aspectos de la investigación 20
9.2.1. Enfoque 20
9.2.2. Tipo de investigación 20
9.2.3. Diseño de investigación 20
9.3. Material biológico y unidades experimentales 20
9.4. Tratamientos y diseño experimental 21
9.4.1. Análisis estadístico 22
9.5. Desarrollo del procedimiento experimental 22
9.5.1. Fase de elaboración del fermento 22
9.5.2. Fase de campo 24
9.6. Variables productivas 27
9.6.1. Peso vivo (PV) 27
9.6.2. Ganancia de peso (GP) 27
9.6.3. Consumo de alimento (g) 27
9.6.4. Consumo de agua (ml) 28
9.6.5. Conversión alimenticia 28
9.6.6. Mortalidad % 28
9.7. Variables económicas 29
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 29
10.1 Análisis físico, químico y microbiológico de la bebida fermentada de quinua 29
10.1.1 Características físicas 29
10.1.2 Composición química 30
10.1.3. Composición Microbiológico (Microorganismos Benéficos) 32
10.2 Evaluación del comportamiento productivo de los pollos de engorde bajo el efecto de los distintos niveles (%) de fermentado de quinua, suministrado en el agua de bebida 33
10.2.1. Peso vivo (PV) 33
10.2.2. Consumo alimento 35

10.2.3. Consumo de agua 36
10.2.4. Ganancia de peso 37
10.2.5. Conversión alimenticia 38
10.2.6. Mortalidad 39
10.3. Análisis beneficio – costo 39
11. IMPACTOS 41
11.1. Impacto Social 41
11.2. Impacto Económico 41
11.3. Impacto Técnico 41
12. CONCLUSIONES 42
13. RECOMENDACIONES 43
14. BIBLIOGRAFÍAS 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Esquema de desarrollo del proyecto por objetivo planteado 5
Tabla 2 Valor nutritivo de la quinua 10
Tabla 3 Esquema de tratamientos evaluados en el estudio 21
Tabla 4 Composición física de la bebida fermentada de quinua 29
Tabla 5 Composición química de la bebida fermentada de quinua 31
Tabla 6 Composición del análisis microbiológico de la bebida fermentada de quinua 32
Tabla 7 Resultados del análisis estadístico para el parámetro peso vivo (PV) 34
Tabla 8 Resultados del análisis estadístico para el consumo de alimento 35
Tabla 9 Resultados del análisis estadístico para el consumo de agua 36
Tabla 10 Ganancia de peso semanal 37
Tabla 11 Conversión alimenticia semanal 38
Tabla 12 Mortalidad del experimento 39
Tabla 14 Descripción de egresos e ingresos para el parámetro beneficio-costo 40

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

EFECTO DEL CONSUMO DE BEBIDA FERMENTADA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) COMO PROBIÓTICO EN POLLOS DE ENGORDE.

Fecha de inicio: Abril 2026

Fecha de finalización: Agosto 2026

Lugar de ejecución:

Provincia de Cotopaxi en la ciudad de Latacunga, parroquia Juan Montalvo, barrio La Cocha.

Facultad que auspicia

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Medicina Veterinaria.

Equipo de Trabajo:

Lisbeth Gissella Montaluisa Herrera (anexo 1)

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

Área de Conocimiento:

Área: Agricultura

Subárea: Veterinaria

Línea de investigación: Análisis, conservación y uso sostenible de la biodiversidad, la fauna y los recursos naturales para promover el desarrollo sustentable y prevenir desastres/ producción y biotecnología animal.

Línea de vinculación de la carrera: Biodiversidad, mejora y conservación de recursos zoogenéticos/ Microbiología, parasitología, inmunología y sanidad animal.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La avicultura constituye una de las actividades pecuarias de mayor importancia económica y alimentaria en el Ecuador, debido a su capacidad para abastecer de proteína animal a la población y generar empleo a lo largo de la cadena productiva. De acuerdo con la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador, en el año 2022 se produjeron aproximadamente 495 mil toneladas de carne de pollo mediante la crianza de 63 millones de pollos de engorde, con un consumo promedio de 28 kg de carne de pollo por habitante al año, lo que evidencia la relevancia de este sector dentro de la seguridad alimentaria y la economía nacional (1). Del mismo modo la alimentación representa hasta el 69% de costos de producción, es por ello que surgen estrategias dirigidas a mejorar la conversión alimenticia, la ganancia de peso y la salud intestinal pueden contribuir a incrementar la eficiencia técnica y económica en el sector avícola. Es fundamental evaluar alternativas nutricionales económicas locales que complementen los programas de alimentación sin comprometer el desempeño de la productividad (2).

La creciente preocupación por el uso indiscriminado de antibióticos como promotores del crecimiento (APC) ha favorecido el riesgo de la resistencia antimicrobiana, esto ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales que permitan mantener la salud intestinal y la eficiencia, frente a esta necesidad, los probióticos han adquirido un papel relevante como estrategia nutricional para favorecer el equilibrio de la microbiota intestinal y optimizar la eficiencia productiva (3).

La bebida fermentada de quinua constituye una alternativa de interés debido a su composición nutricional y a la presencia de microorganismos con potencial probiótico, los cuales podrían favorecer el equilibrio de la microbiota intestinal y mejorar el aprovechamiento de los nutrientes. Considerando este panorama la bebida fermentada de quinua representa una alternativa que merece ser evaluada por sus características nutricionales y microbiológicas (4, 5).

Existen estudios que han evaluado la inclusión de quinua en la alimentación de animales de engorde, principalmente en forma de harina son limitadas las investigaciones que analizan el efecto de la bebida fermentada de quinua sobre el desempeño productivo, indicadores

asociados a la respuesta inmunitaria y la relación beneficio-costo, razón por la cual es importante evaluar esta alternativa fermentada para generar información científica que contribuya al desarrollo de estrategias nutricionales naturales y sostenibles en la producción avícola (6).

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos

Las personas que se dedican al consumo y producción de aves de engorde que habitan en el barrio “La Cocha”.

Estudiantes que realicen prácticas y proyectos previo a la obtención del Título de Médico Veterinario.

Beneficiarios indirectos

La población de la ciudad de Latacunga que se dedica al sector avícola.

Estudiantes de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4. PROBLEMÁTICA

La producción avícola mundial debe conservar altos niveles de productividad al tiempo que avanza hacia sistemas más sostenibles y seguros. El uso prolongado de antibióticos promotores de crecimiento (APC) ha causado preocupación por su relación con la resistencia antimicrobiana (RAM), lo que amenaza la salud pública y obliga a buscar alternativas biológicas que no dejen residuos en la carne. En este marco, los probióticos son una estrategia de interés dentro del enfoque de “Una sola salud”, pues contribuyen al equilibrio de la microbiota intestinal y a fortalecer la respuesta inmunitaria sin promover resistencia (7).

En Ecuador la avicultura tiene un papel económico relevante, aportando cerca del 16% del PIB agropecuario, y la carne de pollo es la proteína de mayor consumo en el país. La rentabilidad de los sistemas de producción está condicionada por los altos costos de alimentación, que representan entre el 65% y el 70% de los costos totales (en algunas estimaciones, hasta el 80%). Esta realidad subraya la necesidad de alternativas nutricionales

basadas en recursos locales y materias primas no convencionales para mejorar la eficiencia productiva y disminuir la dependencia de insumos importados y aditivos convencionales (1).

El alto rendimiento genético, como la línea Cobb 500, la estabilidad intestinal es clave para la correcta utilización de nutrientes y el crecimiento rápido. Las condiciones de los sistemas intensivos pueden alterar la microbiota intestinal, perjudicar la productividad y aumentar la susceptibilidad a problemas sanitarios. Es por esto que la aplicación de microorganismos seleccionados (probióticos) ayudan a mantener la integridad de las vellosidades intestinales, incrementando la superficie de absorción y mejorando los indicadores zootécnicos (8).

A pesar de que estudios con harina de quinua han reportado mejoras en ganancia de peso y conversión alimenticia, aún falta evidencia específica sobre los efectos de la suplementación con bebida fermentada de quinua en la línea Cobb 500, en particular respecto a la rentabilidad y viabilidad como alternativa sostenible a los promotores de crecimiento tradicionales (6).

5. OBJETIVOS:

5.1. General

- Evaluar el efecto del consumo de bebida fermentada de quinua como probiótico en pollos de engorde.

5.2. Específicos

- Analizar la composición física, química y microbiológica del fermentado de quinua mediante análisis de laboratorio, para la comprobación de su calidad y aporte nutricional para la alimentación de pollos de engorde
- Evaluar los parámetros productivos (consumo de alimento y agua, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y morbilidad) en pollos de engorde mediante la suplementación de la bebida fermentada de quinua en la dieta diaria, para la determinación de su efecto en el rendimiento productivo.
- Determinar la relación beneficio/costo de la suplementación con la bebida fermentada de quinua en la dieta de pollos de engorde, para la determinación de la viabilidad económica de su uso

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**	**Resultados**	**Medios de verificación**
Analizar la composición física, química y microbiológica del fermentado de quinua mediante análisis de laboratorio, para la comprobación de su calidad y aporte nutricional para la alimentación de pollos de engorde	Obtención, preparación y envío de las muestras para la determinación de su composición bromatológica	Análisis físico, químico y microbiológico obtenido de la bebida fermentada de quinua estos demuestran su viabilidad y potencial como probiótico natural apto para la suplementación en la dieta.	Resultados físico, químico y microbiológico de Laboratorio (Anexo No,5).
Evaluar los parámetros productivos (consumo de alimento y agua, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad) en pollos de engorde mediante la suplementación de la bebida fermentada de quinua en la dieta diaria, para la determinación de su efecto en el rendimiento productivo.	-Control semanal de peso corporal. -Medición del consumo de alimentos y agua. -Monitoreo de mortalidad.	-Ganancia de peso. -Consumo de alimento. -Conversión alimenticia. -Mortalidad.	Parámetros productivos realizados en un software para análisis estadístico ANOVA (Anexo No. 6).
Determinar la relación beneficio/costo de la suplementación con la bebida fermentada de quinua en la dieta de pollos de engorde, para la determinación de la viabilidad económica de su uso	-Se evaluó la factibilidad económica y rentabilidad financiera de los tratamientos.	El T2 (4%) estableció el mejor desempeño económico y la mayor rentabilidad del estudio con un índice de 1.26, debido a una óptima relación entre los ingresos generados y los costos de producción.	Resultados registrados de ingresos y egresos (tabla 12).

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Suplemento nutricional

Los suplementos nutricionales son sustancias o aditivos incorporados al alimento o al agua de bebida con el propósito de complementar la dieta, optimizar el aprovechamiento de los nutrientes y favorecer el crecimiento, la salud y el desempeño productivo de las aves, su utilización se ha incrementado en la avicultura moderna debido a la necesidad de mejorar la eficiencia alimenticia y mantener un adecuado estado fisiológico e inmunológico durante las diferentes etapas de producción, estos suplementos constituyen una estrategia nutricional que contribuye a satisfacer los requerimientos y a potenciar los resultados productivos (9).

Entre los suplementos nutricionales más utilizados se encuentran los probióticos, prebióticos y simbióticos los cuales actúan mediante diferentes mecanismos para mejorar la digestibilidad de los nutrientes, favorecer el equilibrio de la microbiota intestinal y fortalecer la respuesta inmunitaria, en los últimos años el interés por estos aditivos funcionales ha aumentado debido a las restricciones en el uso de antibióticos promotores del crecimiento, convirtiéndose en alternativas sostenibles para optimizar el rendimiento productivo y la salud intestinal (10).

7.2. Probióticos

7.2.1. Definición de los probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas, confieren beneficios a la salud del hospedador mediante la modulación de la microbiota intestinal y el mantenimiento del equilibrio del ecosistema gastrointestinal. Para ser considerados probióticos, estos microorganismos deben permanecer viables durante su administración, resistir las condiciones del tracto digestivo y ejercer efectos benéficos demostrados sobre el organismo que los consume. Entre los géneros más utilizados en producción avícola se encuentran *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus, Enterococcus* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (11).

Frente a la necesidad de sustituir los antibióticos promotores de crecimiento en avicultura, los probióticos representan una alternativa de elevado valor biotecnológico. Su inclusión no solo estimula la respuesta inmunitaria del pollo de engorde, sino que favorece la eubiosis intestinal y la digestibilidad de los nutrientes de la dieta. De ahí que formen parte clave de las estrategias nutricionales enfocadas en elevar la eficiencia productiva bajo un enfoque de producción sostenible e inocua (12).

7.2.2. Mecanismos de acción de los probióticos

Los probióticos ejercen sus efectos benéficos mediante diversos mecanismos que actúan de forma complementaria sobre el tracto gastrointestinal, uno de los principales es la exclusión competitiva, proceso mediante el cual los microorganismos probióticos colonizan la mucosa intestinal ocupando los sitios de adhesión y compiten por los nutrientes disponibles, limitando el establecimiento y la proliferación de bacterias patógenas como Salmonella spp., *Escherichia coli* y *Clostridium perfringens* favorecen el equilibrio de la microbiota intestinal y contribuyen a disminuir la incidencia de alteraciones digestivas (8).

Otro mecanismo relevante es la producción de metabolitos con actividad antimicrobiana, entre ellos ácido láctico, ácido acético, peróxido de hidrógeno y bacteriocinas. Estas sustancias reducen el pH del contenido intestinal y generan un ambiente desfavorable para el desarrollo de microorganismos patógenos, promoviendo el predominio de bacterias benéficas y la estabilidad del ecosistema intestinal (9).

El papel de los probióticos resulta clave ya que contribuyen a mantener la integridad de la mucosa intestinal al estimular el desarrollo de las vellosidades, favorecer la renovación del epitelio y fortalecer las uniones estrechas entre las células intestinales. Estas modificaciones incrementan la superficie de absorción, favoreciendo la digestibilidad y la utilización de proteínas, aminoácidos, vitaminas y minerales, lo que mejora la eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes (8).

La capacidad de los probióticos ejerce un efecto modulador sobre el sistema inmunitario, estimulando tanto la respuesta inmune innata como la adaptativa. Además favorecen la producción de inmunoglobulinas y la activación de células inmunitarias, fortaleciendo los

mecanismos de defensa frente a agentes infecciosos y contribuyendo a mantener la funcionalidad del epitelio intestinal (13).

7.2.3. Beneficios de los probióticos

La suplementación con probióticos se ha asociado con mejoras significativas en los parámetros productivos, diversas investigaciones reportan incrementos en la ganancia de peso, una mejor conversión alimenticia y una mayor eficiencia en el aprovechamiento del alimento lo que contribuye a optimizar el rendimiento zootécnico (10).

Sumado a esto la incorporación de probióticos en la alimentación favorece el estado sanitario del lote, reflejándose en una menor incidencia de enfermedades entéricas, una reducción de los índices de morbilidad y mortalidad y una mayor viabilidad durante el ciclo productivo. Estos efectos permiten mejorar el bienestar animal y la eficiencia de los sistemas de producción (13).

Hoy en día, los probióticos son una opción nutricional ampliamente utilizada en la producción avícola, ya que contribuyen a mejorar el desempeño productivo de los pollos broiler y disminuir la dependencia del uso de antibióticos promotores del crecimiento, favoreciendo sistemas de producción más sostenibles y seguros (10).

7.3. Prebióticos

Los prebióticos son compuestos no digeribles que, al ser fermentados selectivamente por la microbiota intestinal, estimulan el crecimiento y la actividad de microorganismos benéficos, favoreciendo el equilibrio del ecosistema gastrointestinal. A diferencia de los probióticos, los prebióticos no contienen microorganismos vivos, sino que sirven como sustrato para bacterias beneficiosas, principalmente de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Entre los prebióticos más utilizados en la alimentación de estos se encuentran los mananooligosacáridos (MOS), fructooligosacáridos (FOS), galactooligosacáridos (GOS), inulina y xilooligosacáridos (XOS), los cuales contribuyen al mantenimiento de una microbiota intestinal saludable (14).

La suplementación con prebióticos favorece la integridad de la mucosa intestinal, estimula la producción de ácidos grasos de cadena corta y mejora el equilibrio de la microbiota, lo que contribuye a una mayor digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes. Como consecuencia, diversos estudios han reportado mejoras en la conversión alimenticia, la ganancia de peso y la respuesta inmunitaria, también se observa una menor incidencia de trastornos digestivos. Estos son importantes ya que los prebióticos constituyen una alternativa nutricional que complementa las estrategias dirigidas a optimizar la salud intestinal y el desempeño (15).

7.4. Simbióticos

Los simbióticos se desarrollaron como una estrategia nutricional para potenciar el efecto de los probióticos. Al combinarlos con prebióticos, se garantiza que los microorganismos benéficos dispongan del sustrato necesario para su supervivencia y activación en el tracto gastrointestinal. Esta sinergia facilita su colonización y permanencia en el intestino, lo que estabiliza el ambiente digestivo y equilibra la microbiota de manera más eficaz (16).

La inclusión de simbióticos optimiza la salud intestinal. Su uso mejora la absorción de nutrientes, fortalece el sistema inmunitario y frena la proliferación de patógenos. Estos factores impactan directamente en los índices productivos, logrando una mejor conversión alimenticia y mayor ganancia de peso. Así, los simbióticos se consolidan como una herramienta clave para una avicultura eficiente y sostenible (12).

7.5. Quinua *(Chenopodium quinoa* Willd.)

7.5.1. Generalidades

La quinua (*Chenopodium quinoa illd)*, originaria de los Andes de Sudamérica, ha sido cultivada y consumida durante miles de años por las civilizaciones precolombinas. En las últimas décadas, ha ganado reconocimiento global por su extraordinario valor nutricional y su capacidad para adaptarse a diversas condiciones ambientales. Este reconocimiento ha llevado a un aumento significativo en su producción y consumo a nivel mundial, destacando su importancia en múltiples aspectos que van desde la nutrición hasta la sostenibilidad ambiental (17).

Clasificación de la taxonomía de la quinua (18):

- Reino: Vegetal
- División: Fanerógama
- Clase: Dicotiledóneas
- Subclase: Angiospermas
- Orden: Centrospermales
- Familia: Chenopodiaceae
- Género: *Chenopodium*
- Sección: *Chenopodia*
- Subsección: *Cellulata*
- Especie: *Chenopodium quinoa* Willd

7.5.2. Composición nutricional

La quinua es reconocida como un superalimento debido a su alto valor nutricional y su composición equilibrada, destacando por ser una fuente de proteínas completa y libre de gluten. Se detalla su composición nutricional por cada 100 gramos, según los análisis reportados en las fuentes (19):

Tabla 2 Valor nutritivo de la quinua

Nutriente	Cantidad por 100g
Energía	368 kcal
Proteína Total	14,12 g
Hidratos de carbono	64,16 g
Grasas Totales	6,07 g
Fibra	7 g
Magnesio	197 mg
Calcio	47 mg
Hierro	4,57 mg

Fuente: (18)

La elevada concentración de proteínas de alta calidad, aminoácidos esenciales, fibra dietética, vitaminas y minerales convierte a la quinua en una materia prima de interés para la alimentación animal. Estas características favorecen su utilización como ingrediente funcional, capaz de aportar nutrientes esenciales y compuestos bioactivos que pueden contribuir al desarrollo, la salud intestinal y el desempeño productivo (20).

7.5.3. Compuestos bioactivos

Adicional aporta nutrientes esenciales, la quinua contiene una amplia variedad de compuestos bioactivos que incrementan su valor funcional. Entre los más relevantes se encuentran los compuestos fenólicos, como los ácidos fenólicos y los flavonoides (quercetina y kaempferol), del mismo modo fitoesteroles, tocoferoles, betalainas y saponinas. La presencia de estos metabolitos secundarios ha despertado un creciente interés científico, debido a que participan en diversos procesos biológicos asociados con la protección y el mantenimiento de la salud (21).

Diversos estudios han demostrado que estos compuestos poseen una importante capacidad antioxidante, ya que ayudan a neutralizar los radicales libres y a reducir el estrés oxidativo. Asimismo, se les atribuyen propiedades antiinflamatorias e inmunomoduladoras, las cuales favorecen el adecuado funcionamiento del organismo y contribuyen a preservar la integridad de los tejidos. Estas características han convertido a la quinua en un alimento de interés no solo por su composición nutricional, sino también por los efectos fisiológicos que pueden aportar sus componentes bioactivos (20).

Entre estos metabolitos, las saponinas constituyen uno de los compuestos más representativos de la quinua, localizándose principalmente en la capa externa del grano. Aunque son responsables del sabor amargo y, cuando se encuentran en altas concentraciones, pueden afectar la disponibilidad de algunos nutrientes, su contenido disminuye considerablemente mediante procesos como el lavado, el descascarado o la fermentación. Una vez reducidas, la quinua conserva sus propiedades funcionales y mantiene un elevado potencial como materia prima para la elaboración de productos con aplicaciones en la nutrición humana y animal (22).

7.5.4. Potencial como alimento funcional

En los últimos años, la quinua ha despertado un creciente interés en el ámbito de la investigación y la nutrición debido a sus múltiples aplicaciones como ingrediente funcional. Más allá de su aporte nutricional, diversos estudios han demostrado que su consumo puede contribuir al mantenimiento de funciones fisiológicas relacionadas con la salud, razón por la

cual ha sido incorporada en el desarrollo de alimentos destinados a ofrecer beneficios adicionales a los estrictamente nutricionales (23).

Estas características también han impulsado su utilización en la alimentación animal, donde la quinua representa una materia prima con amplio potencial para el desarrollo de productos funcionales. Su empleo en estrategias nutricionales orientadas a la salud intestinal y al bienestar de los animales ha generado resultados prometedores especialmente en producción avícola la quinua constituye una alternativa natural de interés para mejorar el desempeño productivo y favorecer sistemas de producción más sostenibles (20).

7.6. Bebida fermentada de quinua

7.6.1. Elaboración

La fermentación de la quinua es un proceso biológico que permite transformar este pseudocereal en una bebida con mayor valor funcional. Para ello, el grano debe someterse previamente a un acondicionamiento que facilite la actividad de los microorganismos fermentadores. Entre las etapas más importantes se encuentran la eliminación de las saponinas, responsables del sabor amargo, y el tratamiento térmico, el cual mejora la disponibilidad de los nutrientes presentes en el sustrato (24, 25).

Una vez preparado el medio, se incorporan los microorganismos responsables de la fermentación y el proceso se desarrolla bajo condiciones controladas de tiempo y temperatura. Durante este periodo ocurre la transformación de los compuestos presentes en la quinua, dando origen a una bebida que ha despertado interés por sus propiedades funcionales y por las posibilidades de aplicación tanto en la alimentación humana como en la producción animal (22).

7.6.2. Características físico-químicas

A medida que avanza la fermentación, la bebida de quinua experimenta cambios que modifican sus características físico-químicas. Uno de los más evidentes es la disminución del pH, consecuencia de la formación de ácidos orgánicos, principalmente ácido láctico. Este

cambio favorece la estabilidad del producto y crea condiciones poco favorables para el desarrollo de microorganismos indeseables (26).

Otro aspecto que suele evaluarse es la acidez titulable, la cual aumenta conforme progresa la fermentación y refleja la actividad metabólica de los microorganismos. De igual manera, los sólidos solubles presentan variaciones debido al consumo de azúcares utilizados como fuente de energía durante el proceso fermentativo (27).

La acción enzimática también produce modificaciones en algunos componentes del grano. Entre ellas destacan la hidrólisis parcial del almidón y la reducción del contenido de ácido fítico, cambios que favorecen una mayor disponibilidad de minerales y otros nutrientes. En conjunto, estas modificaciones incrementan el valor funcional de la bebida fermentada y respaldan su utilización como suplemento nutricional (23).

7.6.3. Características microbiológicas

La composición microbiológica de una bebida fermentada constituye uno de los principales indicadores de su calidad. En este tipo de productos predominan las bacterias ácido lácticas y, dependiendo del proceso de fermentación empleado, también pueden encontrarse levaduras que participan activamente en la transformación del sustrato. Entre los microorganismos reportados con mayor frecuencia destacan especies de *Lactobacillus spp., Bacillus spp*. y la levadura *Saccharomyces cerevisiae,* reconocidas por su capacidad para desarrollarse en medios fermentados (26).

De igual modo la presencia de microorganismos benéficos, es indispensable verificar la ausencia de bacterias patógenas y otros contaminantes que puedan comprometer la inocuidad del producto. El mantenimiento de poblaciones microbianas viables y el adecuado control sanitario durante la fermentación permiten obtener una bebida segura y con potencial para ser utilizada como suplemento en la alimentación animal (28).

7.6.4. Aplicaciones en producción animal

En los últimos años, los productos fermentados han despertado un mayor interés dentro de la nutrición animal debido a la necesidad de incorporar alternativas naturales que

contribuyan a mejorar la productividad. Su utilización se ha extendido a diferentes especies pecuarias, donde se han evaluado como suplementos capaces de complementar la dieta convencional y aportar beneficios asociados al proceso de fermentación (29).

Diversas investigaciones han descrito resultados favorables relacionados con el aprovechamiento de los nutrientes y el mantenimiento de la salud intestinal son factores que influyen directamente sobre el rendimiento productivo, estos hallazgos han motivado el desarrollo de nuevas investigaciones dirigidas a evaluar diferentes materias primas fermentadas como parte de los programas de alimentación (28).

Bajo esta perspectiva, la bebida fermentada de quinua representa una opción con potencial de aplicación en avicultura. Su incorporación en la dieta responde al interés por desarrollar estrategias nutricionales más sostenibles, capaces de complementar la alimentación y contribuir al mejoramiento de los sistemas modernos de producción (30).

7.7. Pollos de engorde

Son animales seleccionadas genéticamente para la producción de carne, caracterizadas por su rápido crecimiento, elevada eficiencia en la conversión alimenticia y buen rendimiento en canal. Estas cualidades han permitido su amplia utilización en la industria avícola, donde las diferentes líneas comerciales han sido desarrolladas para optimizar el desempeño productivo bajo sistemas intensivos de producción (31).

7.7.1. Características productivas

El desempeño constituye uno de los principales indicadores para evaluar la eficiencia de los sistemas de producción avícola estas han sido desarrolladas mediante programas de mejoramiento genético con el propósito de alcanzar altas tasas de crecimiento en periodos cortos, optimizando el aprovechamiento de los nutrientes y la producción de carne, la expresión de este potencial depende de la interacción entre la genética, la alimentación, el manejo, el ambiente y el estado sanitario, factores que influyen directamente sobre el rendimiento del lote (5).

Entre las características productivas más relevantes se encuentran el peso corporal, la ganancia de peso, el consumo de alimento, el consumo de agua, la conversión alimenticia y la viabilidad durante el ciclo de producción. Estos parámetros permiten determinar la respuesta de los animales frente a diferentes estrategias nutricionales y de manejo, proporcionando información objetiva sobre la eficiencia biológica y económica del sistema de producción. Su evaluación es una práctica habitual en estudios experimentales orientados a mejorar el desempeño productivo (32).

El rendimiento productivo también se refleja en la capacidad para convertir eficientemente el alimento en tejido muscular, especialmente en la pechuga y los muslos, que representan los cortes de mayor valor comercial. Por esta razón, las características productivas son utilizadas como criterios fundamentales para comparar programas de alimentación, aditivos nutricionales y nuevas alternativas funcionales, permitiendo establecer su efecto sobre el crecimiento, la salud y la rentabilidad de la producción avícola (32).

7.7.2. Línea Cobb 500

La Cobb 500 es una línea genética comercial ampliamente utilizada en la industria avícola debido a la consistencia de sus resultados en diferentes sistemas de producción, su desarrollo responde a programas continuos de selección genética que han permitido obtener animales con un desempeño estable y adaptadas a las exigencias de la producción moderna (33).

Actualmente, esta línea es empleada como referencia en explotaciones comerciales y en estudios científicos relacionados con nutrición, manejo y sanidad avícola. Su amplia difusión y la disponibilidad de parámetros técnicos estandarizados facilitan la evaluación y comparación de diferentes estrategias de alimentación, razón por la cual continúa siendo una de las líneas genéticas más utilizadas en investigación y producción avícola (34).

7.8. Salud intestinal e inmunidad

7.8.1. Tracto gastrointestinal

El tracto gastrointestinal consta en el conjunto de órganos responsables de transformar el alimento en nutrientes aprovechables para el organismo, este sistema comprende el pico,

esófago, buche, proventrículo, molleja, intestino delgado, ciegos, intestino grueso y cloaca, estructuras que participan de manera coordinada en la digestión, absorción y eliminación de los residuos del proceso digestivo (35).

Entre todos sus componentes, el intestino desempeña un papel determinante, ya que en él ocurre la mayor parte de la absorción de nutrientes y se establece una estrecha interacción con la microbiota intestinal. Además de su función digestiva, actúa como una barrera biológica frente a microorganismos potencialmente patógenos, contribuyendo al mantenimiento de la salud intestinal y al adecuado funcionamiento del sistema inmunitario (36).

7.8.2. Microbiota intestinal

La microbiota intestinal está formada por el conjunto de microorganismos que habitan de manera natural el tracto gastrointestinal y mantienen una relación beneficiosa con el hospedador, su establecimiento comienza desde los primeros días de vida y evoluciona conforme el ave crece, formando una comunidad dinámica que desempeña un papel esencial en el equilibrio del ambiente intestinal y en el funcionamiento normal del sistema digestivo (5).

La composición y estabilidad de la microbiota pueden modificarse por factores como la alimentación, la edad, el manejo, las condiciones ambientales y el estado sanitario, cuando esta comunidad microbiana se mantiene en equilibrio, favorece un ambiente intestinal estable y crea condiciones adecuadas para el correcto desarrollo fisiológico (37).

7.8.3. Composición de la microbiota intestinal

El intestino alberga una gran diversidad de microorganismos que conviven de forma equilibrada y conforman la microbiota intestinal. Aunque predominan las bacterias, también es posible encontrar levaduras, hongos, virus y protozoarios en menor proporción. La distribución de estos microorganismos varía a lo largo del tracto gastrointestinal, ya que cada segmento ofrece condiciones particulares que favorecen el desarrollo de poblaciones microbianas específicas (12).

Predominan bacterias pertenecientes a los filos Firmicutes, Bacteroidetes, Proteobacteria y Actinobacteria. Los géneros bacterianos más representativos se encuentran *Lactobacillus, Enterococcus, Bifidobacterium, Bacillus y Clostridium butyricum,* cuya abundancia puede modificarse en respuesta a la dieta y a las condiciones fisiológicas del ave (37).

7.8.4. Funciones de la microbiota

El adecuado funcionamiento del tracto gastrointestinal depende, en gran medida, de la actividad que desarrolla la microbiota intestinal. Estos microorganismos participan en la fermentación de los componentes de la dieta que no pueden ser degradados por las enzimas propias del ave, dando lugar a metabolitos como los ácidos grasos de cadena corta, que representan una fuente de energía para las células intestinales. A ello se suma su participación en la síntesis de algunas vitaminas y en un mejor aprovechamiento de los nutrientes presentes en la dieta (12).

La microbiota también constituye un mecanismo natural de protección del intestino. Al ocupar los sitios de adhesión y competir por los nutrientes disponibles, dificulta el establecimiento de microorganismos potencialmente patógenos, ayudando a conservar la estabilidad del ecosistema intestinal. Este proceso disminuye la probabilidad de alteraciones digestivas y favorece el mantenimiento de la barrera intestinal, indispensable para preservar la salud del ave (38).

Otra de sus funciones está relacionada con la respuesta inmunitaria. La interacción constante entre la microbiota y los tejidos linfoides asociados al intestino contribuye al desarrollo y regulación del sistema inmunológico permitiendo una respuesta más eficiente frente a distintos desafíos sanitarios y un equilibrio adecuado de la microbiota favorece la salud intestinal creando condiciones que respaldan un mejor desempeño (39).

7.9. Parámetros productivos

Son conocidos como indicadores zootécnicos son variables clave que permiten evaluar la eficiencia biológica y económica. Su monitoreo constante es fundamental para asegurar la rentabilidad ya que permiten detectar desviaciones y aplicar correcciones técnicas oportunas (40).

7.9.1. Peso

El peso se evalúa en diferentes etapas: peso inicial (al recibir al pollito bebe), ganancia de peso acumulada y peso vivo final. Fisiológicamente, el aumento de peso consiste en la acumulación de proteína, grasa y agua en los tejidos a lo largo del tiempo, es un indicador de gran importancia para el mercado, ya que permite proyectar los tiempos de sacrificio y la rotación de las instalaciones, se registra habitualmente mediante el pesaje semanal (41).

7.9.2. Consumo

El consumo de alimento es la cantidad de ración balanceada que ingieren para satisfacer su apetito y cubrir sus requerimientos nutricionales. Es el factor más importante que determina el ritmo de crecimiento. Se calcula registrando diariamente el alimento ofrecido y restando el sobrante o rechazo en los comederos. Un consumo máximo y eficiente es vital para que el ave exprese su potencial genético (42).

7.9.3. Conversión

La conversión alimenticia (CA) es la relación entre el alimento consumido y el peso ganado por el ave en un periodo determinado. Se calcula con la fórmula: Kg de alimento consumido / Kg de peso ganado. Este índice mide la productividad y eficiencia: mientras menor sea el valor de conversión, más eficiente es el animal transformando el alimento en carne, lo que reduce directamente los costos de producción (43).

7.9.4. Mortalidad

La mortalidad representa el porcentaje de aves que mueren o son descartadas durante el ciclo de un lote. Se obtiene dividiendo el número de animales muertos para el número de animales iniciales y multiplicando por 100. Este parámetro está influenciado por múltiples factores como el manejo, el ambiente, la bioseguridad y la genética (42).

8. HIPÓTESIS

H1: Al incorporar la bebida fermentada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) como probiótico en la dieta de aves de carne, se mejorará su desempeño productivo durante la fase del experimento.

H0: Al incorporar la bebida fermentada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) como probiótico en la dieta de pollos de engorde, no se mejorará su desempeño productivo durante el experimento.

En caso de no encontrarse diferencias, se rechazará la hipótesis alternativa y se aceptará la hipótesis nula, lo que indicará que la bebida fermentada de quinua, en los niveles evaluados, no presenta mejoras en el desempeño de las aves de carne bajo las condiciones del experimento.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Ubicación del proyecto de investigación

La presente investigación se ejecutó en el barrio La Cocha, perteneciente a la parroquia Juan Montalvo, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. El área de estudio se ubicó en las coordenadas geográficas de latitud –0,93° y longitud –78,61°, con una altitud cercana a los 2 800 m s.n.m.

El sector presentó un clima propio de la región interandina, caracterizado por la temperatura promedio de 10 °C y 14 °C, con máximas diurnas que alcanzaron aproximadamente 18 °C a 22 °C y mínimas nocturnas entre 5 °C y 8 °C. La humedad relativa osciló entre el 60 % y 80 %, incrementándose en los días lluviosos. La velocidad del viento se mantuvo generalmente entre 5 y 15 km/h, condiciones que influyeron en el manejo productivo avícola durante el desarrollo del ensayo.

9.2. Aspectos de la investigación

9.2.1. Enfoque

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que se basó en la medición numérica y el análisis estadístico de variables productivas, anatómicas y económicas, con el fin de evaluar objetivamente el efecto de diferentes niveles de inclusión de fermento de quinua en la alimentación.

9.2.2. Tipo de investigación

La investigación fue de tipo experimental, debido a que se manipularon deliberadamente los niveles de fermento de quinua en el agua de bebida (variable independiente) para observar su efecto sobre las variables dependientes (rendimiento productivo, características anatómicas y beneficio económico).

El estudio se consideró de tipo aplicada, ya que los resultados obtenidos podrán ser utilizados para resolver un problema práctico en el ámbito de la producción avícola, específicamente en la búsqueda de alternativas alimenticias naturales que mejoren el desempeño y reduzcan costos.

9.2.3. Diseño de investigación

El diseño experimental empleado fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual resultó el más adecuado para ensayos con un solo factor de estudio (niveles de inclusión de fermento de quinua) y múltiples repeticiones. Este diseño permitió distribuir aleatoriamente las unidades experimentales entre los diferentes tratamientos, garantizando que cada ave tuviera la misma probabilidad de recibir cualquiera de las dietas evaluadas, minimizando así posibles sesgos experimentales.

9.3. Material biológico y unidades experimentales

La unidad experimental estuvo constituida por 100 pollitos bebe de la línea genética Cobb 500, adquiridos con un día de edad en una incubadora comercial de la provincia de Cotopaxi.

Los ejemplares fueron seleccionados por su reconocida por su desempeño productivo, alta tasa de crecimiento y adecuada conversión alimenticia.

Los pollitos fueron de sexo mixto (machos y hembras), y se procuró homogeneidad en su peso inicial y condiciones sanitarias, con el fin de asegurar uniformidad en el inicio del experimento. El peso promedio al ingreso fue registrado para cada unidad experimental, garantizando que no existieran diferencias significativas entre los grupos al momento de la asignación de tratamientos.

9.4. Tratamientos y diseño experimental

El presente estudio se realizó bajo un esquema experimental comparativo, en el cual se evaluó el efecto de diferentes niveles de fermento de quinua en la alimentación. La investigación se estructuró mediante la conformación de cuatro grupos experimentales, establecidos en función del nivel de inclusión del fermento en el agua de bebida.

El grupo control (T0) recibió únicamente alimentación balanceada convencional sin adición de fermento de quinua, mientras que los grupos experimentales fueron suplementados con niveles del 2 % (T1), 4 % (T2) y 6 % (T3), respectivamente. La administración del fermento se realizó mediante una mezcla que reemplazó parcialmente el agua de bebida.

La asignación a cada tratamiento se realizó de manera aleatoria con el fin de reducir sesgos experimentales y garantizar homogeneidad entre los grupos. Durante el desarrollo del ensayo se llevó un control continuo de las variables productivas lo que permitió establecer diferencias entre tratamientos y analizar el efecto del fermento de quinua.

Tabla 3 Esquema de tratamientos evaluados en el estudio

Código	Tratamiento	% fermentación	Repeticiones	Grupos
T0	DC (Control)	0 %	5	25
T1	DC + BFQ	2 %	5	25
T2	DC + BFQ	4 %	5	25
T3	DC + BFQ	6 %	5	25
Total			20	100

*DC =Dieta convencional; BFQ = Bebida fermentada de quinua.

9.4.1. Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante la investigación fueron organizados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para su posterior procesamiento y análisis de varianza ANOVA, empleando el Test LSD de Fisher. 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 varianza para la descripción de los parámetros evaluados. La prueba estadística de Fisher 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. Desarrollo del procedimiento experimental

El experimento se llevó a cabo en dos etapas: una fase de elaboración del fermento, destinada a la obtención y control de calidad del aditivo probiótico, y una fase de campo, enfocada en la respuesta zootécnica.

9.5.1. Fase de elaboración del fermento

Para la preparación de 1000 mL bebida fermentada de quinua se realizó un procedimiento estandarizado, tres días antes del inicio de la aplicación de los tratamientos.

Ingredientes:

- 200 g de quinua cruda
- 800 mL de agua potable sin cloro
- 50 g de melaza
- 10 mL de suero de leche natural (utilizado como inoculante)

Procedimiento:

Lavado y desaponificación: la quinua se colocó en un colador fino y se lavó bajo agua corriente durante 3 a 5 minutos, frotando suavemente hasta eliminar la espuma producida por las saponinas. Posteriormente, se escurrió completamente. Este paso fue indispensable para evitar efectos antinutricionales y baja palatabilidad.

Hidratación y precocción ligera: la quinua se hirvió en 400 mL de agua durante 10 minutos, sin cocinar completamente, solo con el fin de ablandar el grano. Luego, se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Preparación del medio fermentativo: se disolvieron los 50 g de melaza en los 400 mL restantes de agua. Se mezcló la quinua tibia con el agua con melaza y se añadió el suero de leche. La mezcla se colocó en un recipiente de vidrio limpio.

Fermentación: el recipiente se tapó sin sellar completamente y se dejó fermentar durante 48 a 72 horas a una temperatura ideal de 25 a 32 °C. Se removió una vez al día para garantizar una fermentación uniforme. Durante este proceso se verificaron los indicadores de fermentación correcta: olor ácido agradable, ligero burbujeo y ausencia de moho.

Conservación: una vez finalizada la fermentación, el producto fue almacenado y mantenido en refrigeración hasta el momento de su administración.

9.5.1.2 Administración de la bebida fermentada

La administración del fermento de quinua se inició a partir del día 10 de vida y se mantuvo de forma constante hasta el final del experimento al día 42, el fermento fue suministrado en el agua de bebida, reemplazando parcialmente el volumen diario de agua con él % correspondiente a cada grupo.

9.5.2. Fase de campo

9.5.2.1. Adecuación del galpón

Previo al ingreso se realizó una limpieza exhaustiva del galpón avícola eliminando residuos orgánicos y materiales olvidados, se procedió a lavar paredes, pisos, comederos y bebederos con agua a presión, seguido de un proceso de desinfección utilizando amonio cuaternario al 2 %, el cual fue aplicado mediante aspersión en todas las superficies del galpón, una vez seco se realizó el flameado.

Posteriormente, se colocó la cama de cascarilla de arroz con un espesor aproximado de 10 cm, la cual fue extendida de manera uniforme sobre toda el área destinada, la cama permitió absorber la humedad y proporcionar confort térmico durante todo el periodo experimental.

Se instalaron cortinas de tela de polipropileno en los laterales del galpón, con el fin de regular la temperatura y la ventilación del ambiente.
Se instaló la criadora de gas y un termómetro, por último, se acomodaron los comederos y bebederos en cada grupo para garantizar el acceso equitativo al alimento y al agua.

9.5.2.2. Recepción y adaptación

Las polluelos fueron recibidas con un día de edad y trasladadas inmediatamente al galpón previamente acondicionado. Al ingreso se realizó el conteo y la inspección sanitaria de cada uno de ellos, verificando que todos se encontraran en buen estado de salud y sin anomalías físicas. Se registró el peso individual de cada ave en gramos utilizando una balanza digital.

Se estableció un periodo de adaptación de 10 días durante el cual recibieron únicamente alimentación de balanceado y agua. Este periodo permitió estabilizar el organismo de los pollitos, reducir el estrés inicial por traslado y asegurar una mejor adaptación al medio ambiental.

9.5.2.3. Alimentación y suministro de agua

La alimentación se realizó de acuerdo con las etapas productivas del pollo de engorde, utilizando balanceado comercial como dieta base. Se utilizaron tres fases de alimentación:

- **Fase inicial** (días 1 a 14): balanceado de iniciación con 22 % de proteína
- **Fase de crecimiento** (días 15 a 28): balanceado de crecimiento con 20 % de proteína
- **Fase de finalización** (días 29 a 42): balanceado de finalización con 18 % de proteína

El alimento fue suministrado en comederos de, llevando un registro controlado del consumo diario. Para ello se pesó la cantidad de alimento ofrecido y el sobrante al final de cada día, calculando la diferencia para determinar el consumo real por repetición. El agua de bebida se ofreció de forma continua, limpia y renovada diariamente en bebederos.

A partir del inicio de la fase experimental (día 10), se incorporó el fermento de quinua en el agua de bebida según los niveles establecidos para cada tratamiento (2 %, 4 % y 6 %), manteniéndose el grupo control con manejo convencional sin adición de fermento.

9.5.2.4. Programa sanitario y bioseguridad

Durante el desarrollo del experimento se implementó un programa sanitario y de bioseguridad con el propósito de mantener adecuadas condiciones higiénico-sanitarias dentro del galpón y reducir factores que pudieran interferir con los resultados experimentales. Este programa comprendió las siguientes actividades:

- **Limpieza y desinfección:** se realizó la limpieza diaria de comederos y bebederos, así como el retiro de residuos y el mantenimiento de las condiciones higiénicas del galpón previo al ingreso y se efectuó la desinfección general de las instalaciones utilizando amonio cuaternario al 2 %.

- **Vacunación:** se aplicó un programa de vacunación conforme al calendario establecido, respetando la dosis, la edad y la vía de administración correspondientes,

con el fin de prevenir enfermedades infectocontagiosas y mantener un adecuado estado sanitario del lote.

- **Vitaminización:** durante los primeros cinco días de vida se administraron vitaminas y electrolitos en el agua de bebida como parte del manejo inicial de los polluelos, favoreciendo su adaptación durante esta etapa.

- **Monitoreo sanitario:** se efectuó la observación diaria de los polluelos para identificar oportunamente signos de enfermedad, estrés o alteraciones del comportamiento, registrando cualquier novedad presentada durante el periodo experimental.

- **Medidas de bioseguridad:** el ingreso al galpón se realizó utilizando botas, overol, guantes y mascarilla, empleando pediluvios con solución desinfectante en los accesos para disminuir el riesgo de ingreso y diseminación de agentes contaminantes.

9.5.2.5. Manejo ambiental

Se mantuvieron condiciones ambientales controladas dentro del galpón con el fin de minimizar el impacto de factores externos sobre el rendimiento:

- **Temperatura:** se reguló mediante el uso de criadoras a gas y cortinas de tela polipropileno. Durante la primera semana se mantuvo entre 32 °C y 34 °C, reduciendo gradualmente hasta alcanzar entre 28 °C y 22 °C al final del ensayo.
- **Ventilación:** se proporcionó ventilación natural a través de cortinas laterales, manteniendo la calidad del aire y reduciendo la concentración de amoníaco.
- **Densidad:** las aves fueron alojadas a una densidad de 10 ejemplares/m² durante la fase inicial, reduciendo a 9 ejemplares/m² en la fase final para garantizar espacio suficiente para su desarrollo.
- **Humedad:** la humedad relativa del galpón se mantuvo dentro de un rango aproximado de 50 % a 70 %, procurando evitar condiciones de exceso de humedad o resequedad que pudieran afectar el bienestar, la calidad de la cama y el ambiente interno del alojamiento.

9.6. Variables productivas

Las principales variables productivas que se analizaron en este experimento fueron:

9.6.1. Peso vivo (PV)

Se midió el primer día de llegada de los pollitos y luego de forma semanal hasta el final del experimento, utilizando una balanza digital. Cada ave fue pesada individualmente, registrando el peso en gramos para cada unidad experimental.

9.6.2. Ganancia de peso (GP)

Para el cálculo de la ganancia de peso se tomó el dato a partir del día 11. Este corresponde un día después que se empezó a administrar el fermento de quinua, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{Gp = Pf - Pi}$$

Donde:

Gp = Ganancia de peso

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

9.6.3. Consumo de alimento (g)

Se registró diariamente mediante la diferencia entre el alimento ofrecido en la mañana y el alimento rechazado sobrante en la mañana siguiente en cada comedero por repetición, utilizando una balanza digital, para lo cual se realizó con la ayuda de esta fórmula:

$$\boldsymbol{CAL = ALs - ALd}$$

Donde:

CAL = Consumo de alimento

ALs = Alimento suministrado

ALd = Alimento desperdiciado

9.6.4. Consumo de agua (ml)

Se midió diariamente, registrando el volumen de agua consumido por repetición. El consumo de agua se calculó como la diferencia entre el agua suministrada en la mañana y el agua desperdiciada al final del día, con el fin de aplicar la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{CA = As - Ad}$$

Donde:

CA = Consumo de agua

As = Agua suministrada

Ad =Agua desperdiciada

9.6.5. Conversión alimenticia

Se tomaron en cuenta los registros de consumo de alimento y agua de todos los tratamientos, con el fin de determinar la conversión alimenticia de cada uno de ellos. Dado que los tratamientos se administraron a través del agua, se aplicó la siguiente fórmula para llevar a cabo dicho cálculo:

$$\boldsymbol{CA = \frac{CAL}{GP}}$$

Donde:

CA = Conversión alimenticia

CAL = Consumo de alimento

Gp = Ganancia de peso

9.6.6. Mortalidad %

Se registró durante todo el periodo experimental el número de muertes en cada tratamiento, expresado como porcentaje de la población total:

$$\%\boldsymbol{M = \frac{TAM}{TAI} \times 100}$$

Donde:

M = Porcentaje de mortalidad

TAM = Total de muertes

TAI = Total iniciadas

9.7. Variables económicas

Beneficio-Costo (B/C): se realizó un análisis económico para determinar la viabilidad financiera de la inclusión de fermento de quinua en la alimentación. El análisis consideró todos los costos variables e ingresos generados por tratamiento.

$$\frac{B}{C} = \frac{Ingresos\ totales}{Egresos\ totales}$$

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

10.1 Análisis físico, químico y microbiológico de la bebida fermentada de quinua

10.1.1 Características físicas

Tras la evaluación física de la quinua utilizada se obtuvo un aspecto líquido, color amarillo cremoso y un aroma ligeramente ácido, características sensoriales propias del producto elaborado. También se registró una densidad de 1,043 g/cm³, una conductividad eléctrica de 4,72 mS/cm y una sedimentación del 4,17 %, parámetros que permiten caracterizar físicamente la bebida y evidencian la presencia de sólidos y compuestos disueltos derivados de la formulación y del proceso de fermentación.

Tabla 4 Composición física de la bebida fermentada de quinua

Parámetro	Resultado
Apariencia	Líquido
Color	Amarillo cremoso
Olor	Ligeramente ácido
Densidad, g/cm3	1.043
Conductividad Eléctrica, ms/cm	4.72
Sedimentación, %	4.17

Fuente: Resultados del análisis físico realizado por el Laboratorio BLENDEN S.A (Anexo No. 5).

Las características físicas observadas en la tabla 4 coincide con lo reportado por Maldonado y Carrillo (44) quienes observaron la apariencia líquida y describieron extractos hidrosolubles de quinua con consistencia fluida. De la misma manera la tonalidad amarilla cremosa concuerda con Huapaya (45), quien reportó coloraciones similares en bebidas laboradas con quinua, característica asociada a la variedad, descrita con una apariencia color crema por Maldonado y Carrillo (44). Por otra parte el olor ligeramente ácido puede

relacionarse con la actividad de las bacterias lácticas durante la fermentación, las cuales, según Bravo (46), transforman los azúcares en ácido láctico y otros metabolitos responsables del aroma ácido característico.

En las características fisicoquímicas, la bebida presentó una densidad de 1,043 g/cm³, valor cercano a la densidad relativa de 1,047g/ml reportado por Altuna (47) en fermentación de pseudocereal. El porcentaje de sedimentación obtenido (4,17%) evidencia una adecuada estabilidad física del producto, considerando que la densidad y la estabilidad del sistema están estrechamente relacionadas con la interacción entre la harina de quinua y los solutos presentes, como señalan Domínguez (48).

Por último se observa que la conductividad eléctrica registrada fue de 4,72 mS/cm, valor superior al reportado por Loo (49) en otros procesos fermentativos orgánicos, diferencia que puede atribuirse a la liberación de minerales y electrolitos provenientes de la matriz de la quinua durante la fermentación.

10.1.2 Composición química

Dentro de los parámetros químicos evaluados mostró un contenido de humedad de 91,30 % y sólidos totales de 8,70 %, lo que evidencia que el producto estuvo constituido principalmente por agua, con una fracción sólida integrada por los diferentes nutrientes y compuestos presentes en la bebida. Determinó un contenido de proteína de 3,97 %, grasa de 1,03 %, fibra de 0,74 % y cenizas de 1,49 %, valores que permiten describir su composición nutricional. Respecto a las características del proceso de fermentación, se registró un pH de 3,80, una acidez de 0,14 %, 15,84 g/L de ácido láctico y 2,98 g/L de ácido acético, sin detectarse la presencia de ácido butírico. El índice de peróxidos fue de 0,95 meq O_2/L, resultado que refleja el estado químico de la bebida al momento de su evaluación.

Tabla 5 Composición química de la bebida fermentada de quinua

Parámetro	Resultado (PS)
Humedad Total (%)	91.30
Sólidos Totales (%)	8.70
Proteína (%)	3.97
Grasa (%)	1.03
Fibra (%)	0.74
Cenizas (%)	1.49
Acidez (% Aci. acético)	0.14
Ph	3.80
Sólidos Solubles (°Brix)	4.81
Azucares Reductores (%)	8.34
Ácido láctico g/L	15.84
Ácido acético g/L	2.98
Ácido butírico g/L	N/D
Índice de peróxidos Meq O_2/L	0.95

Fuente: Resultados del análisis químico realizado por el Laboratorio BLENDEN S.A (Anexo No. 5).

El contenido de la tabla 5 revela una humedad del 91,30% y sólidos totales del 8,70%, valores que reflejan una adecuada proporción de agua y componentes sólidos, similar a lo descrito por Ludena (50), quien reporto extractos de quinua con contenidos de humedad cercanos al 90% para mantener una consistencia fluida. El contenido de proteína (3,97%) fue superior al 1,4% obtenido por Huapaya (27), y se encuentra cercano a los valores reportados por Bravo (46), quienes registraron niveles proteicos entre 4,1% y 5,1% en formulaciones enriquecidas. De igual manera los valores de grasa (1,03%) y cenizas (1,49%) fueron ligeramente superiores a los promedios de 0,96% y 1,21% informado por Bravo (46), lo que evidencia la contribución nutricional de la materia prima utilizada.

En relación con los parámetros de fermentación, el pH obtenido (3,80) se encuentra dentro del rango de 3,7 a 4,0 señalado por Secchi (51) para bebidas de pseudocereales, favoreciendo condiciones adecuadas de estabilidad microbiológica y aceptación sensorial. Este comportamiento se relaciona con la producción de metabolitos derivados de la fermentación, destacando la presencia de ácido láctico (15,84 g/L), cuya formación está asociada a la actividad de las bacterias ácido-lácticas, superando los niveles reportados por Ludena (50) en fermentaciones de menor duración.

En cuanto a los compuestos orgánicos generados durante la fermentación, la presencia de ácidos grasos volátiles y otros metabolitos refleja la actividad microbiana desarrollada

durante el proceso. Secchi (51) menciona que estos compuestos contribuyen a las características sensoriales propias de las bebidas fermentadas elaboradas con quinua, la ausencia de ácido butírico representa una característica favorable, Hurtado (52) relaciono este compuesto con procesos fermentativos no deseados o con alteraciones en la calidad higiénica es por eso que al no detectarla sugiere que el proceso de fermentación se desarrolló bajo condiciones adecuadas-

El índice de peróxidos obtenido (0,95 meq O_2/L) evidencia un bajo nivel de oxidación. Como señala Secchi (51) la quinua presenta susceptibilidad a procesos oxidativos debido a su composición lipídica, por lo que el control de las condiciones de almacenamiento resulta importante para conservar la estabilidad del fermentado.

10.1.3. Composición Microbiológico (Microorganismos Benéficos)

Se identificó la presencia de *Lactobacillus spp.* con un recuento de 1,89 × 10^6 UFC/mL, *Bacillus subtilis* con 1,69 × 10^6 UFC/mL, *Saccharomyces cerevisiae* con 1,04 × 10^6 UFC/mL y levaduras benéficas totales con 1,77 × 10^5 UFC/mL, correspondientes a los microorganismos identificados durante la evaluación microbiológica.

Tabla 6 Composición del análisis microbiológico de la bebida fermentada de quinua

PARÁMETRO/UNIDAD	RESULTADO
Lactobacillus spp, UFC/mL	1.89 X 106
Bacillus subtilis, UFC/mL	1.69X 106
Saccharomyces cerevisiae, UFC/mL	1.04 X 106
Levaduras benéficas totales, UFC/mL	1.77X 105

Fuente: Resultados del análisis microbiológico realizado por el Laboratorio BLENDEN S.A (Anexo No. 5).

En la tabla 6 evidenció la presencia de microorganismos asociados al proceso fermentativo, destacando un recuento de *Lactobacillus spp*. de 1,89 × 10^6 UFC/mL. Este resultado presenta similitud con lo reportado por Huapaya (27), quien registro concentraciones de 3,9 × 10^6 UFC/mL en bebidas de quinua. Al igual que Cerdá (53) quien señala concentraciones entre 10^6 y 10^8 UFC/mL en bebidas fermentadas de quinua representan niveles asociados con microorganismos de interés funcional. Aunque Secchi (51) reporto valores superiores, la diferencia podría estar relacionada con variaciones en las condiciones de fermentación.

La presencia de levaduras representada por *Saccharomyces cerevisiae* ($1{,}04 \times 10^6$ UFC/mL) y levaduras benéficas totales ($1{,}77 \times 10^5$ UFC/mL), coincide con la microbiota descrita por Ludena (50) en bebidas fermentadas de quinua. Recalde (54) menciona que la actividad metabólica de estos microorganismos contribuye a la generación de compuestos derivados de la fermentación que participan en las características sensoriales.

El recuento de *Bacillus subtilis* ($1{,}69 \times 10^6$ UFC/mL) evidencia la diversidad microbiana presente en la bebida fermentada. Yupa (55) identifican al género Bacillus como un grupo de microorganismos con potencial benéfico en sistemas relacionados con la quinua. Sin embargo Secchi et al. (2026) destacan la importancia del control del proceso fermentativo para mantener una microbiota estable y asegurar la calidad microbiológica del fermento, los resultados microbiológicos indican que la bebida fermentada de quinua presentó una población microbiana favorable, caracterizada por la presencia de bacterias ácido-lácticas, levaduras y microorganismos benéficos, lo que respalda su potencial como producto fermentado funcional para su aplicación en alimentación animal.

10.2 Evaluación del comportamiento productivo de los pollos de engorde bajo el efecto de los distintos niveles (%) de fermentado de quinua, suministrado en el agua de bebida

10.2.1. Peso vivo (PV)

Se observa el aumento progresivo en todos los tratamientos desde el día 11 hasta el día 42. El análisis estadístico no evidenció diferencias significativas entre los tratamientos durante todo el período experimental ($p > 0{,}05$), por lo que el suministro de la bebida fermentada de quinua no produjo un efecto estadísticamente significativo sobre este parámetro. Se observa de forma numérica que el tratamiento T3 registró los mayores pesos en todas las evaluaciones, alcanzando un peso final de 3312,00 g, mientras que el tratamiento control T0 presentó el menor peso con 2858,80 g al finalizar el experimento.

Tabla 7 Resultados del análisis estadístico para el parámetro peso vivo (PV)

Variable	T0	T1	T2	T3	CV	P valor
N. animales	**25**	**25**	**25**	**25**		
Peso inicial (g).	43.20	48.20	46.60	56.20	12.50	
Peso 11 (g).	149.80 a	164.60 a	160.00 a	185.60 a	12.75	0.0912
Peso 18 (g).	447.60 a	473.20 a	467.80 a	515.00 a	8.65	0.1095
Peso 25 (g).	822.80 a	862.60 a	851.80 a	934.60 a	8.35	0.1342
Peso 32 (g).	1292.00 a	1339.60 a	1341.00 a	1420.40 a	5.23	0.0702
Peso 39 (g).	1851.20 a	1903.80 a	1911.60 a	1995.40 a	4.21	0.0781
Peso 42 (g)	2858.80 a	2983.00 a	2976.60 a	3312.00 a	10.51	0.1758

Nota: P-value, valor de probabilidad; CV, coeficiente de variación.

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

Los datos expuestos en la tabla 7 indican que los broilers iniciaron el ensayo con un peso promedio de 48,55 g, valor consistente con lo reportado por Rodríguez (6), quien registró pesos iniciales entre 42,94 y 44,35 g en estudios con harina de quinua en pollos broiler. Esta homogeneidad inicial permitió comparar los tratamientos bajo condiciones similares.

Durante la fase de crecimiento, la ausencia de diferencias significativas indica que la bebida fermentada de quinua no modificó el patrón normal de crecimiento este comportamiento coincide con Benavides y Zapata (56), quienes señalan que, cuando la dieta basal cubre los requerimientos nutricionales, los aditivos funcionales de origen vegetal suelen mantener un desarrollo uniforme y sus efectos son más evidentes en condiciones de desafío sanitario o nutricional.

El mayor peso final registrado en el tratamiento T3 podría estar relacionado con una mejor utilización de los nutrientes. Torres (12) señalan que los microorganismos benéficos favorecen la salud intestinal, lo que puede contribuir a un mejor aprovechamiento de los nutrientes y a la expresión del potencial genético. Dittoe (57) destaca la influencia de la microbiota intestinal sobre el rendimiento productivo, debido a que las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$), esta respuesta debe interpretarse como una tendencia numérica y no como un efecto concluyente de la suplementación con la bebida fermentada de quinua.

10.2.2. Consumo alimento

Se observa en la tabla 9 un incremento progresivo del consumo de alimento en todos los tratamientos durante el período experimental. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los grupos evaluados ($p > 0,05$). Se presenta una tendencia numérica positiva en el tratamiento T3 presentó el mayor consumo acumulado con 1285,40 g, mientras que el tratamiento control registró 1216,20 g al finalizar la evaluación.

Tabla 8 Resultados del análisis estadístico para el consumo de alimento

Variable	**T0**	**T1**	**T2**	**T3**	**CV**	**P valor**
N. aves	**25**	**25**	**25**	**25**		
1	166.20 a	176.60 a	177.00 a	179.80 a	8.22	0.4802
2	332.40 a	348.80 a	348.80 a	358.80 a	6.16	0.4022
3	557.00 a	563.80 a	560.00 a	594.40 a	6.50	0.3800
4	787.80 a	796.20 a	796.80 a	833.20 a	5.05	0.3266
5	1033.80 a	1031.20 a	1034.20 a	1070.80 a	3.51	0.2983
6	1216.20 a	1225.40 a	1225.80 a	1285.40 a	4.52	0.2262

Nota: P-value, valor de probabilidad; CV, coeficiente de variación.

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

Este comportamiento coincide con Rodríguez (6), quien señala que una suplementación adecuada con quinua favorece el consumo requerido para el desarrollo metabólico sin afectar la aceptación del alimento.

La disminución del coeficiente de variación hasta 3,51 % en la quinta semana refleja un manejo uniforme del lote. Benavides y Zapata (56) indican que cuando la dieta basal cubre los requerimientos nutricionales, los aditivos funcionales contribuyen a mantener un desarrollo homogéneo y favorecen la salud intestinal y la utilización de los nutrientes. Estos resultados concuerdan con lo descrito por Torres et al. (12) y Dittoe (57), quienes destacan que los microorganismos benéficos pueden mejorar el rendimiento productivo sin modificar significativamente el consumo de alimento.

10.2.3. Consumo de agua

Se evidencia un incremento progresivo del consumo de agua en todos los tratamientos durante el período experimental. A partir de la segunda semana se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), destacándose el tratamiento T3 con los mayores valores de consumo, alcanzando 2259,20 mL en la sexta semana, mientras que el tratamiento control presentó 2076,60 mL.

Tabla 9 Resultados del análisis estadístico para el consumo de agua

Variable	T0	T1	T2	T3	CV	P valor
N. animales	25	25	25	25		
1	712.20 b	741.40 ab	736.80 ab	772.80 a	4.27	0.0566
2	939.60 b	994.00 ab	987.40 ab	1056.00 a	5.79	0.0419
3	1210.20 b	1284.00 ab	1279.40 ab	1368.20 a	5.62	0.0265
4	1481.40 b	1569.80 ab	1559.80 ab	1661.60 a	5.36	0.0299
5	1802.00 b	1889.00 ab	1879.40 ab	1981.40 a	4.51	0.0332
6	2076.60 b	2170.40 ab	2155.60 ab	2259.20 a	4.27	0.0486

Nota: P-value, valor de 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.

En la tabla 9 se observa el mayor consumo observado en los tratamientos suplementados con la bebida fermentada de quinua puede asociarse con una mayor demanda fisiológica derivada de la actividad metabólica. Nilipour (58) señala que el agua constituye el nutriente más importante para mantener las funciones metabólicas, el transporte de nutrientes y la regulación de la temperatura corporal. Torres et al (12) indican que los probióticos favorecen la salud intestinal y la utilización de nutrientes, procesos que requieren un adecuado consumo de agua.

Los coeficientes de variación inferiores al 6 % reflejan un manejo homogéneo del lote y una buena aceptación del agua suplementada, estos resultados concuerdan con Aguilar y Chicaiza (59), quienes relacionan un mayor consumo de agua con una microbiota intestinal saludable y una mejor eficiencia biológica, adicional de lo señalado por Benavides y Zapata (56) sobre la respuesta fisiológica suplementadas con aditivos funcionales.

10.2.4. Ganancia de peso

Según el análisis la ganancia de peso semanal mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos durante todo el período evaluado ($p > 0,05$), por lo que las variaciones observadas fueron únicamente de tipo numérico como se observa en la tabla 10.

Tabla 10 Ganancia de peso semanal

Variable	T0	T1	T2	T3	CV	P valor
N. animales	25	25	25	25		
GP18	334.80 a	353.00 a	353.60 a	364.80 a	8.03	0.4323
GP25	401.20 a	403.00 a	409.60 a	397.00 a	9.88	0.9663
GP32	450.00 a	485.00 a	466.20 a	456.20 a	13.70	0.8326
GP39	651.00 a	764.00 a	751.40 a	772.80 a	10.90	0.0973

Nota: P-value, valor de probabilidad; CV, coeficiente de variación; GP, ganancia diaria de peso

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

Aunque no se detectaron diferencias significativas, el tratamiento T3 presentó una mayor ganancia de peso al final del período, alcanzando 772,80 g frente a los 651,00 g del tratamiento control (T0), con un valor de $p = 0,0973$ cercano al nivel de significancia. Esta tendencia coincide con lo reportado por Quincha (60), quien indico que los beneficios de los aditivos funcionales y probióticos suelen manifestarse con mayor claridad durante las etapas finales del engorde.

De acuerdo con Benavides y Zapata (56), la ausencia de diferencias estadísticas en la ganancia de peso es frecuente cuando la dieta basal satisface los requerimientos nutricionales. A pesar de ello la ventaja numérica observada en el tratamiento T3 podría asociarse con una mejor utilización de los nutrientes según Torres et al. (12) y Dittoe (57) los microorganismos benéficos favorecen la salud intestinal y la eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes, contribuyendo al desarrollo productivo, este comportamiento evidencia que la inclusión de la bebida fermentada de quinua mantuvo un crecimiento uniforme entre los tratamientos.

10.2.5. Conversión alimenticia

La evaluación de la conversión alimenticia mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al día 18 (p = 0,0340), donde los grupos suplementados con la bebida fermentada de quinua (T1, T2 y T3) presentaron una mayor eficiencia que el tratamiento control (T0) se observa en la tabla 11. Al finalizar el período experimental se observó una tendencia a la significancia (p = 0,0541), destacándose el tratamiento T3 con la mejor conversión alimenticia (1,21), frente al valor de 1,53 registrado en el control.

Tabla 11 Conversión alimenticia semanal

Variable **N. animales**	**T0** **25**	**T1** **25**	**T2** **25**	**T3** **25**	**CV**	**P valor**
CA18	1.24 a	1.13 a	1.10 a	1.12 a	6.61	0.0340
CA25	1.39 a	1.37 a	1.32 a	1.34 a	14.21	0.9446
CA32	1.49 a	1.35 a	1.40 a	1.42 a	15.97	0.7974
CA39	1.53 a	1.26 a	1.28 a	1.21 a	13.50	0.0541

Nota: P-value, valor de probabilidad; CV, coeficiente de variación; CA, conversión alimenticia.

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

Estos resultados coinciden con Torres et al (12), quien indica que los microorganismos benéficos favorecen la utilización de los nutrientes y mejoran la eficiencia alimentaria. Desde este punto de vita Rodríguez (6) señala que la suplementación con derivados de quinua contribuye a reducir la cantidad de alimento necesaria para producir un kilogramo de peso vivo.

Aunque en algunas semanas no se detectaron diferencias estadísticas, los coeficientes de variación evidenciaron un manejo uniforme del lote se muestran en los datos de la tabla 11. Benavides y Zapata (56) mencionan que este comportamiento es frecuente cuando la dieta basal cubre los requerimientos nutricionales, mientras que Dittoe (57) destacan que la modulación del microbioma mediante aditivos funcionales favorece el rendimiento productivo.

10.2.6. Mortalidad

En la Tabla 12 se observa que la mortalidad general durante el período experimental fue del 9 %, correspondiente a 9 unidades fallecidas de un total de 100. El tratamiento T2 presentó el menor porcentaje de mortalidad con 4 %, seguido del tratamiento control T0 con 8 %, mientras que T1 y T3 registraron los mayores valores con 12 %.

Tabla 12 Mortalidad del experimento

	T0	**T1**	**T2**	**T3**	**TOTAL**
Vivos	25	25	25	25	100
Muertes	2	3	1	3	9
Total %	8%	12%	4%	12%	9%

Estos resultados fueron superiores a los reportados por Tovar (61) y Gutiérrez (62), quienes registraron una mortalidad del 0 % en estudios con suplementación probiótica. Las diferencias observadas pueden asociarse a las condiciones de la zona de estudio ubicada a 2650 msnm, donde la menor disponibilidad de oxígeno incrementa el riesgo de síndrome de ascitis y otras alteraciones fisiológicas, la menor mortalidad registrada en el tratamiento T2 sugiere un posible efecto beneficioso del fermento de quinua. Torres et al (12) y Vila (63) señalan que los microorganismos benéficos favorecen al equilibrio intestinal y fortalecen la respuesta inmunitaria contribuyendo a una mayor resistencia frente al estrés ambiental.

10.3. Análisis beneficio – costo

El análisis beneficio-costo mostró que el tratamiento T2 (4 %) presentó la mayor rentabilidad, con una relación de 1,26, seguido del tratamiento control T0 (1,21) y del T3 (1,15) que se detalla en la tabla 14. Esto significa que por cada dólar invertido en el T2 se obtuvo una utilidad de $0,26, evidenciando que el costo adicional del fermento fue compensado por el mayor rendimiento productivo.

Tabla 13 Descripción de egresos e ingresos para el parámetro beneficio-costo

Concepto	**T0 (Control)**	**T1 (2%)**	**T2 (4%)**	**T3 (6%)**
EGRESOS ($)				
Costo de pollitos	20	20	20	20
Alimentación	68	68	68	68
Cascarilla de arroz	3	3	3	3
Gas	2.50	2.50	2.50	2.50
Fermento de quinua		2	2	2
Insumos veterinarios	3.50	3.50	3.50	3.50
Agua	2.50	2.50	2.50	2.50
Energía eléctrica	3	3	3	3
Mano de obra	12	12	12	12
Total, egresos ($)	114.5	116.5	116.5	116.5
INGRESOS ($)				
Venta de ejemplares	133.62	127.57	142.29	129.27
Venta de pollinaza	5	5	5	5
Total, ingresos ($)	138.62	132.57	147.29	134.27
Relación beneficio/costo	1.21	1.13	1.26	1.15

Este resultado es similar al reportado por Tovar (61), quien obtuvo una relación beneficio-costo de 1,27 al evaluar aditivos fermentados en pollos camperos, confirmando la viabilidad económica de este tipo de suplementación. Del mismo modo Yupa (55) señala que los bioinsumos derivados de la quinua favorecen la rentabilidad de los sistemas de producción avícola. En este experimento el mayor ingreso por venta fue el T2 con $142,29, respecto al tratamiento control $133,62 lo que respalda la tendencia favorable observada en el tratamiento T2

Por último se puede observar en la tabla 14 los menores índices obtenidos en T1 (1,13) y T3 (1,15) indican que la rentabilidad depende del equilibrio entre el costo de suplementación y la respuesta productiva. Vila et al. (63) destacan que un adecuado equilibrio intestinal contribuye a mejorar la eficiencia productiva

11. IMPACTOS

11.1. Impacto Social

La presente investigación genera un impacto social al proporcionar información sobre el uso de la bebida fermentada de quinua como una alternativa natural de suplementación en ejemplares Cobb 500. Los resultados obtenidos pueden contribuir al fortalecimiento de los sistemas de producción avícola, brindando a los productores una opción nutricional basada en materias primas de origen natural. Esta alternativa favorece el desarrollo de prácticas productivas orientadas a garantizar la disponibilidad de alimentos de origen animal y responder a las necesidades del mercado.

11.2. Impacto Económico

Desde el punto de vista económico la investigación permite evaluar la viabilidad de incorporar la bebida fermentada de quinua dentro del sistema de producción avícola. El análisis beneficio/costo determinó que todos los tratamientos presentaron rentabilidad económica, destacándose el tratamiento T2 (4 %) con un valor de 1.26, debido a la relación favorable entre los ingresos obtenidos por la venta de animales y los costos de producción. Estos resultados indican que el uso de este suplemento representa una alternativa con potencial para mejorar la eficiencia económica de los productores avícolas.

11.3. Impacto Técnico

La investigación genera un aporte técnico al evaluar una alternativa nutricional basada en la fermentación de quinua para la alimentación aves de engorde. La evaluación de diferentes niveles de inclusión (2 %, 4 % y 6 %) permitió obtener información sobre su influencia en parámetros productivos como ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad. De esta forma, el estudio contribuye al desarrollo de nuevas estrategias de suplementación natural que pueden ser consideradas dentro de los sistemas de producción avícola.

12. CONCLUSIONES

- Los análisis físicos, bromatológicos y microbiológicos del fermentado de quinua evidenciaron que el producto presentó características de calidad nutricional y microbiológica adecuadas, lo que respalda su potencial como probiótico natural para la suplementación en la alimentación de estos ejemplares.

- La evaluación de los parámetros productivos evidenció que la suplementación con la bebida fermentada de quinua no generó diferencias significativas entre los tratamientos se observaron tendencias favorables en la conversión alimenticia y en los indicadores sanitarios, destacándose el tratamiento con 6 % por presentar mejor eficiencia alimenticia y el tratamiento con 4 % por registrar menores valores de morbilidad sin alterar el peso final.

- Al finalizar se determinó que la suplementación con la bebida fermentada de quinua es económicamente viable, al obtener relaciones beneficio/costos superiores a 1 en todos los tratamientos evaluados, específicamente, el nivel de inclusión del 4% (T2) estableció el mejor desempeño económico y la mayor rentabilidad del estudio. debido a una óptima relación entre los ingresos generados y los costos de producción.

13. RECOMENDACIONES

- Es necesario implementar protocolos estrictos de control de calidad y bioseguridad en la elaboración del fermentado de quinua para asegurar la estabilidad del pH en 3.80 y mantener recuentos microbiológicos superiores a 1.89×10^6 UFC/mL, garantizando así la viabilidad a largo plazo de las cepas de *Lactobacillus spp., Bacillus subtilis* y *Saccharomyces cerevisiae.*

- Se recomienda utilizar la inclusión del 6% (T3) de la bebida fermentada de quinua cuando se busque maximizar la eficiencia alimenticia, ya que presentó la mejor conversión alimenticia (1,21) durante el experimento. Si el objetivo es reducir la morbilidad y controlar la mortalidad, especialmente en condiciones de producción similares a las del presente estudio, se recomienda la inclusión del 4% (T2), debido a que este tratamiento registró los mejores resultados en estos indicadores sanitarios.

- Promover el uso comercial del nivel de inclusión del 4% (T2) en la dieta de la línea Cobb 500 por haber demostrado la mayor rentabilidad en el presente experimento (beneficio/costo de 1.26), realizando análisis financieros periódicos para evaluar el impacto de las variaciones en el precio de la quinua sobre los costos de producción totales.

14. BIBLIOGRAFÍAS

1. CONAVE. Cifras actualizadas del sector avícola - CONAVE [Internet]. CONAVE - Desde 1.994 representamos a los productores avícolas del Ecuador, hemos sido parte del desarrollo económico del país garantizando la seguridad alimentaria. CONAVE; 2023 [citado el 29 de agosto de 2026]. Disponible en: https://conave.org/cifras-actualizadas-del-sector-avicola/
2. Aracelly M, Veloz T, César ZJ. ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS Tema: PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA EN LA EMPRESA GRANJA AVÍCOLA GUANO Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Licenciada en [Internet]. Edu.ec. [citado el 2 de junio de 2026]. Disponible en: https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d42c0b17-e992-49f4-8ac4-691386e37764/content
3. López V, Guerriero L, Elorza V, Krüger A, Colello R, Medici S, et al. Resistencia a antimicrobianos en bacterias aisladas en la cadena de producción avícola. InVet [Internet]. 2021 [citado el 2 de junio de 2026];23(2):7–7. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982021000200007
4. Flores-Freire CA, Ramírez-Quishpe ED, Moreano-Terán NF. Universidad Técnica de Cotopaxi. Evaluación de las propiedades funcionales de nuggets de pollo elaborados con harina de chocho (Lupinus mutabilis), harina de quinua (Chenopodium quinua willdenow) y harina de maíz (Zea mays) [Internet]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2026 [citado el 2 de junio de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/15764
5. Maya-Ortega CA, Universidad Nacional De Colombia, Madrid-Garcés TA, Parra-Suescún JE, Universidad Nacional De Colombia, Universidad Nacional De Colombia. Bacillus subtilis mejora el desarrollo de órganos digestivos, la morfología del intestino y el rendimiento productivo en pollos de engorde. Rev Udca Actual Divulg Cient [Internet]. 2022 [citado el 2 de junio de 2026];25(2). Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v25n2/0123-4226-rudca-25-02-e1848.pdf
6. Rodríguez A. Evaluación de diferentes niveles de harina de quinua (Chenopodium quinua), en pollos broiler durante la etapa de producción en la provincia de Chimborazo [tesis de grado en Internet]. Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar;

2022 [citado el 2 de junio de 2026]. Disponible en: https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/4448

7. Resistencia antimicrobiana en avicultura: retos actuales y enfoques de control responsable [Internet]. Sanfersaludanimal.com. [citado el 5 de junio de 2026]. Disponible en: https://sanfersaludanimal.com/biblioteca/aves/resistencia-antimicrobiana-en-avicultura-retos-actuales-y-enfoques-de-control-responsable
8. Díaz-López EA, Ángel-Isaza J, Ángel B. D. Probióticos en la avicultura: una revisión. Rev Med Vet [Internet]. 2017 [citado el 30 de julio de 2026];(35):175–89. Disponible en: https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/mv/article/download/4400/3224
9. Jurado-Gámez HA, Zambrano-Mora EJ, Pazos-Moncayo A. Adición de un probiótico de Lactobacillus plantarum microencapsulado en el alimento para pollos. Univ Salud [Internet]. 2021;23(2):151–61. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v23n2/2389-7066-reus-23-02-151.pdf
10. Imbaquingo Godoy. HD.DE Bacillus subtilis Y Bacillus licheniformis EN LA EDELE. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE [Internet]. Edu.ec. [citado el 5 de junio de 2026]. Disponible en: https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10547/2/03%20AGP%20271%20TRABAJO%20GRADO.pdf
11. Gutiérrez-Castro LL, Corredor-Matus JR. Parámetros sanguíneos y respuesta inmune en pollos de engorde alimentados con probióticos. Vet Zootec [Internet]. 2017 [citado el 5 de junio de 2026];11(2):81–92. Disponible en: https://revistasojs.ucaldas.edu.co/index.php/vetzootec/article/view/3366
12. Torres Cedeño MJ, Zambrano Cevallos ME, Robalino Briones CA. Efecto de los probióticos en el tracto intestinal de pollos de engorde: Revisión sistemática. Revista Alfa [Internet]. 2024 [citado el 5 de junio de 2026];8(24):1056–71. Disponible en: https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/430
13. Condoy M, Tamayo- Avedaño S, Galarza Molina L, Espinoza Bustamante. Vista de Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: artículo de revisión [Internet]. Revistaalfa.org. [citado el 5 de junio de 2026]. Disponible en: https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/115/282
14. Pin Viso ND. Comunidades bacterianas implicadas en sistemas de producción aviar. Factores de modulación e intervenciones sustentables [tesis doctoral en Internet].

Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires; 2021 [citado el 5 de junio de 2026]. Disponible en: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n7140_PinViso.pdf

15. Samara P-V, Camacho-Cazarez D, Zabdiel F-E, Laura E-A, Lizbeth M-M, Jesús José P-L, et al. REVISIÓN: EFECTO DE Bacillus subtilis EN LA INTEGRIDAD INTESTINAL Y RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE AVES DE POSTURA. Int J Dev Res [Internet]. 2026 [citado el 5 de junio de 2026]. Disponible en: https://www.journalijdr.com/sites/default/files/issue-pdf/30428.pdf
16. Alvarado-López JE, Hernández E. La importancia de la microbiota intestinal en la fisiología y rendimiento de pollos de engorda y gallinas de postura. CienciaUAT [Internet]. 2023;155–69. [citado el 5 de junio de 2026]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v18n2/2007-7858-cuat-18-02-155.pdf
17. Caicedo Cerón N, Caicedo Cerón J, Oñate Garzón J. Identificación de Aminoácidos de Cadena Ramificada en Proteína de Quinua mediante Modelo de Regresión Lineal con Aprendizaje de Máquinas [Internet]. Journal of Computer and Electronic Sciences: Theory and Applications; 2022 [citado el 7 de junio de 2026]. Disponible en: https://repositorio.cuc.edu.co/server/api/core/bitstreams/73a23800-d8d4-4ffd-96de-d0c3b76dbd50/content
18. Campos J, Acosta K, Paucar LM. Quinua (Chenopodium quinoa): Composición nutricional y Componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación [Internet]. Scientia Agropecuaria; 2022 [citado el 7 de junio de 2026]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172022000300209
19. Narváez Maldonado AN. La quinua como protagonista de la cocina contemporánea [Internet]. UIDE; 2025 [citado el 7 de junio de 2026]. Disponible en: https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/8421/1/UIDE-Q-TGAS-2025-72.pdf
20. Casalvara RFA, Ferreira BMR, Gonçalves JE, Yamaguchi NU, Bracht A, Bracht L, et al. Biotechnological, nutritional, and therapeutic applications of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) and its by-products: A review of the past five-year findings. Nutrients [Internet]. [citado el 7 de junio de 2026]. 2024;16(6):840. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/nu16060840

21. Franco-Aguilar A, Arias-Giraldo S, Sugey E, Muñoz-Quintero D, Arias S. Perspectivas tecnológicas y nutricionales de la quinua (Chenopodium quinoa): un pseudocereal andino funcional. Rev Esp Nutr Comunitaria [Internet]. [citado el 7 de junio de 2026]. Disponible en: https://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/RENC_2021_3_art_12.pdf
22. Cayambe-Lema FB. Caracterización de germinado de quinua (Chenopodium quinoa) [Internet] [Tesis de grado]. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo; 2024. [citado el 7 de junio de 2026]. Disponible en: http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13324
23. Ren G, Teng C, Fan X, Guo S, Zhao G, Zhang L, et al. Nutrient composition, functional activity and industrial applications of quinoa (Chenopodium quinoa Willd.). Food Chem [Internet]. 2023;410(135290):135290. [citado el 7 de junio de 2026]. Disponible en: http://icscaas.com.cn/docs//2023-03/2a9d684f9e0540e792f2809b6f928d7c.pdf
24. Cirat R, Benmechernene Z, Cunedioğlu H, Rutigliano M. Cross-Over Application of Algerian Dairy Lactic Acid Bacteria for the Design of Plant-Based Products: Characterization of Weissella cibaria and Lactiplantibacillus plantarum for the Formulation of Quinoa-Based Beverage [Internet]. Microorganisms; 2024 [citado el 16 de junio de 2026]. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/811a/36a4336cf25ad20965e88b98bdf993e340f6.pdf
25. Mor Llombart P. Evaluación del impacto del proceso de fermentación en estado sólido con Pleurotus ostreatus en las propiedades de la quinoa [Internet]. UPV; 2021 [citado el 16 de junio de 2026]. Disponible en: https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/3de75af4-82c2-496a-b054-22289946da82/content
26. Benavides-Guevara RM, Rodríguez-González I, Inampués-Charfuelan ML. Functional, nutritional, and technological potential of quinoa through lactic acid fermentation: a review. Ing Compet [Internet]. 2023 [citado el 16 de junio de 2026]. Disponible en: https://doi.org/10.25100/iyc.v25i3.12693
27. Huapaya Castillo CS, Juscamaita Morales JG. Preparation of a probiotic quinoa beverage by enzymatic hydrolysis of its starches and subsequent lactic acid fermentation. Rev Vitae [Internet]. 2023 [citado el 16 de junio de 2026];30(2). Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-40042023000200003&lng=en&nrm=iso&tlng=es

28. Naımatı S, Doğan SC, Asghar MU, Wilk M, Korczyński M. The Effect of Quinoa Seed (Chenopodium quinoa Willd.) Extract on the Performance, Carcass Characteristics, and Meat Quality in Japanese Quails (Coturnix coturnix japonica). Animals (Basel) [Internet]. 2022;12(14): [citado el 16 de junio de 2026]1851. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/ac92/ba6ee9bc2931fbd9449fa53f2f977ae363b6.pdf
29. Huang H, Jia C, Chen X, Zhang L, Jiang Y, Meng X, et al. Progress in research on the effects of quinoa (Chenopodium quinoa) bioactive compounds and products on intestinal flora. Front Nutr [Internet]. 2024;11:1308384 [citado el 16 de junio de 2026]. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3389/fnut.2024.1308384
30. Rodríguez A, Velepucha H, Martínez J, Sánchez K. Efecto productivo de la de harina de Quinua (Chenopodium quinoa), en aves Ross 308. Arch Zootec [Internet]. 2025 [citado el 16 de junio de 2026]. Disponible en: https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/
31. Cristhian M, Díaz S. Uso de probióticos en la alimentación de pollos broiler con diferente porcentaje de inclusión. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA [Internet]. Edu.ec. [citado el 16 de junio de 2026]. Disponible en: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16316/1/UPS-CT007940.pdf
32. Lopez FJ, Mosquera M, Portilla S. Evaluación del efecto nutricional de quinua (chenopodium quinoa willdenow) con diferentes niveles de inclusión en dietas para pollos de engorde. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial [Internet]. 2009 [citado el 25 de junio de 2026];7(1):76–90. Disponible en: https://agris.fao.org/search/en/providers/122436/records/67597e8ec7a957febdf903e0
33. Artola E. Informe Técnico: Raza de Pollos de Engorde (Broilers) [Internet]. San Francisco (CA): Scribd Inc.; 2026 [citado el 25 de junio de 2026]; [aprox. 2 p.]. Disponible en: https://es.scribd.com/document/948222704/Informe-Tecnico-Raza-de-Pollos-de-Engorde-Broilers
34. Zootecnia C. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. INCIDENCIA DEL SÍNDROME ASCÍTICO EN POLLOS BROILER DE LA LÍNEA COBB 500 [Internet]. Edu.ec:8080. [citado el 25 de junio de 2026].

Disponible en: https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/b44e50ca-f165-43d6-8ee4-92bb84a597f9/content

35. Jurado-Gámez H, Zambrano-Mora EJ. Efecto de Lactobacillus casei microencapsulado sobre la salud intestinal y parámetros bioquímicos y productivos en pollo de engorde. Rev UDCA Actual Divulg Cient [Internet]. 2020 [citado el 25 de junio de 2026]; 23(2): 1-10. Disponible en: https://repository.udca.edu.co/entities/publication/1e429d11-d2ec-45e2-a7ca-231f737f0f30
36. Guerrero-López JR, González-Puetate IR, Valiño-Cabrera EC, Rodríguez-Sánchez B, García-Hernández Y, Montenegro-Gallazzi LF. Respuesta fisiológica y de salud de pollos de engorde tratados con un aditivo probiótico. Rev Cient FCV-LUZ [Internet]. 2026 [citado el 25 de junio de 2026]; 36: 1-8. Disponible en: https://orcid.org/0000-0002-4943-9917
37. Quevedo DM, Ochoa JE, Corredor JR, Pulecio SL. Efectos de la adición de probiótico Saccharomyces cerevisiae sobre histomorfología intestinal en pollos de engorde. Rev Fac Med Vet Zootec [Internet]. 2021 [citado el 25 de junio de 2026];67(3):239–52. Disponible en: https://doi.org/10.1446/rfmvz.v67n3.93931
38. Peregrina-Huerta D. Lactobacillus acidophilus como promotor de crecimiento en la producción de pollos de engorda [Internet] [Tesis de licenciatura]. Soni-Guillermo E, Pérez-Martínez J, directores. Tlatlauquitepec: Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla; 2022 [citado el 25 de junio de 2026]; [aprox. 48 p.]. Disponible en: https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/61ba3bcc-8318-40d7-bd40-5654dac226ab/content
39. Espinosa-García NS. Dietas líquidas fermentadas como estrategias nutricionales en cerdos [Internet] [Tesis doctoral]. Figueroa-Velasco JL, consejero; Favela-Torres E, Martínez-Aispuro JA, Sánchez-Torres Esqueda MT, asesores. Montecillo: Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad - Ganadería, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo; 2021 [citado el 25 de junio de 2026]; [aprox. 119 p.]. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.12371/19088
40. Ramírez-Requelme AG. Evaluación del impacto de la inclusión de ajo (Allium sativum L.) en el rendimiento de pollos de engorde en la parroquia Tumbabiro [Internet] [Tesis de maestría]. Bonifaz-Aguinaga FX, director; Valencia-Bustamente

BA, asesor. Ibarra: Facultad de Posgrado, Universidad Técnica del Norte; 2025 [citado el 10 de julio de 2026]; [aprox. 74 p.]. Disponible en: https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/18134

41. Hidalgo-López GY, Zambrano-Villacís JJ, Marini PR. Indicadores de eficiencia productiva en granjas avícolas convencionales vs tecnificadas ubicadas en la provincia de Manabí - Ecuador. Ciencia Digital [Internet]. 2024 [citado el 10 de julio de 2026]; 8(3): 122-136. Disponible en: https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v8i3.2963
42. Rebollar M. FUNCION DE PRODUCCIÓN EN POLLOS DE ENGORDA LINEA COBB 500 BAJO SISTEMA INTENSIVO EN TEMASCALTEPEC 2020 [Internet]. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. 2021 [citado el 10 de julio de 2026]. Disponible en: https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/111840
43. Muñoz JV, Chávez VA. Efecto de probióticos de bifidobacterias para potenciar el rendimiento y desarrollo de pollos Cobb 500, en la ciudad de Calceta, en sector El Limón [Internet] [Informe de investigación]. Cando-Díaz MI, director. Milagro: Facultad de Posgrados, Universidad Estatal de Milagro; 2024 [citado el 10 de julio de 2026]. Disponible en: https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/7420/1/MU%C3%91OZ-%20CHAVEZ.pdf
44. Maldonado Jibaja RA, Carrillo Herrera PS. Desarrollo de Una Bebida Fermentada a Base de Quinoa (Chenopodium quinoa) [tesis de grado en Internet]. Quito: Universidad San Francisco de Quito; 2016 [citado el 10 de julio de 2026]. Disponible en: https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/3387/1/111035.pdf
45. Huapaya Castillo CS, Juscamaita Morales JG. Preparation of a probiotic quinoa beverage by enzymatic hydrolysis of its starches and subsequent lactic acid fermentation. Rev Vitae [Internet]. 2023;30(2). [citado el 10 de julio de 2026]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v30n2/0121-4004-vitae-30-02-352397.pdf
46. Mera JA, Vera Verduga GC, Andrade Andrade VV, Gorozabel Muñoz WA, García Mendoza JJ. Evaluación de parámetros físico-químicos y organolépticos de una leche fermentada enriquecida con quinua (Chenopodium quinoa). La Técnica: Revista de las Ciencias Agrarias [Internet]. 2019 [citado el 10 de julio de 2026]. Disponible en: https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/1716

47. Altuna J, Barrionuevo A, Bayas F, Verdezoto R, Coloma A. Caracterización de proteínas obtenidas de tres productos lácteos desarrollados en la cooperativa de producción agropecuaria salinas. Ciencia y Tecnología [Internet]. 2021 [citado el 10 de julio de 2026];14(2):77-80. Disponible en: https://doi.org/10.18779/cyt.v14i2.506
48. Domínguez V, Enriquez M, Radice M, Bonilla A, Ruiz H, Basantes E, et al. Caracterización fisicoquímica y sensorial de bebida funcional elaborada con harina de quinua (Chenopodium quinoa) y panela. dekamuagropec [Internet]. 2026 [citado el 10 de julio de 2026];7(1):1–15. Disponible en: https://revista.unibagua.edu.pe/index.php/dekamuagropec/article/view/376
49. Loo-Miranda JLM, Chire-Fajardo GC, Ureña-Peralta MO. Correlation between Electrical Conductivity and the Percentage of Fermented Beans for Peruvian CCN 51 Cocoa Beans. Ingeniería e Investigación [Internet]. 2022 [[citado el 10 de julio de 2026]. 42(3):e92556. Disponible en: https://doi.org/10.15446/ing.investig.92556
50. Ludena Urquizo FE, García Torres SM, Tolonen T, Jaakkola M, Pena-Niebuhr MG, von Wright A, et al. Development of a fermented quinoa-based beverage. Food Sci Nutr [Internet]. 2017 [citado el 18 de julio de 2026];5(3):602–8. Disponible en: https://jukuri.luke.fi/server/api/core/bitstreams/01cab7b4-8476-479c-a3ae-3fb66b47bf27/content
51. Secchi G, Tajmousavilangerudi A, Viretto C, Tlais AZA, Angeli A, Vrhovsek U, et al. Fermented beverages enriched with quinoa or chestnut–persimmon: Nutritional, functional, and anti-nutritional assessment. Lebenson Wiss Technol [Internet]. 2026;241(119054):119054. [citado el 18 de julio de 2026]; Disponible en: https://openpub.fmach.it/retrieve/daaa5197-03c8-4037-960f-7020e1155794/2026%20LWT%20Solovyev.pdf
52. Hurtado-Murillo J, Franco W, Contardo I. Role of Quinoa (Chenopodium quinoa Willd) and Chickpea (Cicer arietinum L.) Ratio in Physicochemical Stability and Microbiological Quality of Fermented Plant-Based Beverages during Storage. Foods [Internet]. 2024;13(15):2462. [citado el 18 de julio de 2026]; Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/foods13152462
53. Cerdá-Bernad D, Valero-Cases E, Pastor J-J, Frutos MJ, Pérez-Llamas F. Probiotic red quinoa drinks for celiacs and lactose intolerant people: study of functional, physicochemical and probiotic properties during fermentation and gastrointestinal digestion. Int J Food Sci Nutr [Internet]. 2022;73(1):49–59. [citado el 18 de julio de 2026]; Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/09637486.2021.1921707

54. Recalde Villavicencio MS. Obtención de una bebida tipo cerveza a partir de maltas de maíz (Zea mays) y quinua (Chenopodium quinoa) [tesis en Internet]. Quito: Escuela Politécnica Nacional; 2017 [citado el 18 de julio de 2026]; Disponible en: https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17533/1/CD-8038.pdf
55. Yupa-Quichua M, Palomino C, Condori T, Alarcón S, Romero-Chávez LE, Bautista R, et al. Comparative evaluation of liquid bio-inputs in compost-fertilized quinoa under inter-Andean valley conditions: beneficial microorganisms enhance yield and profitability. Front Sustain Food Syst [Internet]. 2026;10(1888827). [citado el 18 de julio de 2026]; Disponible en: http://dx.doi.org/10.3389/fsufs.2026.1888827
56. Benavides S, Zapata K. Evaluación del efecto de dos promotor de crecimiento en pollos broiler (Gallus gallus) en la parroquia San Simón, Guaranda [tesis en Internet]. Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar; 2023 [citado el 18 de julio de 2026]; Disponible en: https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e033e180-85c5-4f91-80d6-e2ce0fa04f3d/content
57. Dittoe DK, Olson EG, Ricke SC. Impact of the gastrointestinal microbiome and fermentation metabolites on broiler performance. Poult Sci [Internet]. 2022;101(5):101786. [citado el 18 de julio de 2026]; Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.psj.2022.101786
58. Nilipour A. Importancia del agua en la avicultura. Entorno Ganadero [Internet]. 2021 [citado 25 de julio 2026]. Disponible en: https://bmeditores.mx/avicultura/la-importancia-del-agua-en-avicultura/
59. Aguilar Toledo MR, Chicaiza Asimbaya KM. Caracterizar el sistema de tenencia de las gallinas (Gallus gallus domesticus) de traspatio en el cantón mejía de la provincia de Pichincha [tesis en Internet]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2020 [citado 25 de julio 2026]. Disponible en: http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6711
60. Alexander Quincha De Mora C, Guillin R. UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR Facultad De Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales Y Del Ambiente Carrera De Medicina Veterinaria TEMA: "EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE CÚRCUMA (Curcuma longa) EN POLLOS BROILER PARA MEJORAR LA SALUD [Internet]. Edu.ec. [citado 25 de julio 2026]. Disponible en: https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6548c669-e975-45ab-9df2-9b3ea15895a2/content

61. Tovar Gómez BR. Evaluación del efecto de la saccharina artesanal como factor nutricional en pollos camperos (G. Gallus domesticus) [tesis en Internet]. Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar; 2024 [citado 25 de julio 2026]. Disponible en: https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f44ae359-da07-47d1-8447-1db5c570f9fb/content
62. Gutiérrez LA, Bedoya O, Arenas JE. Evaluación de parámetros productivos en pollos de engorde suplementados con microorganismos probióticos. Rev Lasallista Investig [Internet]. 2016 [citado 12 de julio 2026];12(2):34-41. Disponible en: https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/761/1080
63. Vila de Juan, Blancat JJ, Meseguer R. Estudio de campo de la microbiota intestinal del pollo de engorde. Vet (Montev) [Internet]. 2025 [citado 25 de julio 2026];61(1):1. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10127843