UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

TEMA

EVALUACIÓN DEL USO DEL BUTIRATO DE SODIO EN POLLOS DE LA LÍNEA COBB DURANTE LAS FASES INICIAL Y CRECIMIENTO

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

AUTOR

Jonathan David Lema Veloz

TUTOR

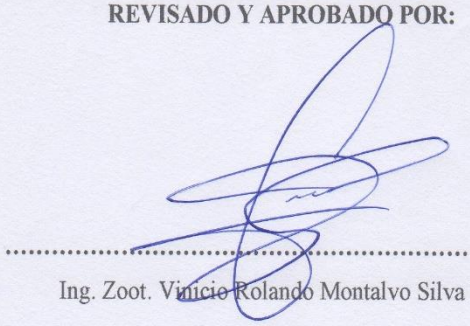
Ing. Zoot. Vinicio Rolando Montalvo Silva. MSc.

Guaranda – Ecuador

2026

EVALUACIÓN DEL USO DEL BUTIRATO DE SODIO EN POLLOS DE LA LÍNEA COBB DURANTE LAS FASES INICIAL Y CRECIMIENTO

REVISADO Y APROBADO POR:



.....

Ing. Zoot. Vinicio Rolando Montalvo Silva MSc.

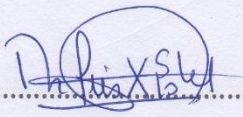
TUTOR



.....

Dr. Fredy Rodrigo Guillín Núñez MSc

PAR LECTOR



.....

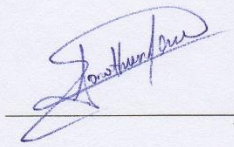
Dr. Luis Xavier Salas Mujica MSc.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jonathan David Lema Veloz con numero de cedula: 0605058189 declaro que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

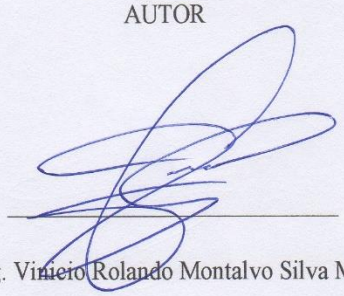
La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Jonathan David Lema Veloz

C.I. 0605058189

AUTOR



Ing. Vinicio Rolando Montalvo Silva MSc.

C.I. 0201091410

TUTOR

Factura: 002-002-000105064 20260601006P00279

DECLARACION JURADA

OTORGADO POR:

LEMA VELOZ JONATHAN DAVID

CUANTÍA:

INDETERMINADA

DI 2 COPIAS

En la ciudad de Riobamba, cantón del mismo nombre, provincia de Chimborazo, el día de hoy **JUEVES VEINTE Y NUEVE DE ENERO DEL DOS MIL VEINTE Y SEIS**; ante mí, **MSC. HERNAN PATRICIO CAMPOS GALLEGOS, NOTARIO SEXTO DEL CANTON RIOBAMBA**, Comparece a la celebración de la presente escritura de Declaración Juramentada el ciudadano **LEMA VELOZ JONATHAN DAVID** , con cédula de ciudadanía número 0605058189, de estado civil, Soltero de nacionalidad, ecuatoriana, de profesión Egresado de Medicina Veterinaria, domiciliado en las calles Athenas y Leopoldo Freire, Parroquia Maldonado, cantón Riobamba provincia de Chimborazo, telf.. 0987749310 correo electrónico jonlema@mailes.ueb.edu.ec; hábil en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerle doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación, y autorizándome de conformidad con la Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles, a la obtención de su información en el Registro Personal Único cuyo custodio es la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, a través del convenio suscrito con esta Notaria; cuya copia fotostática debidamente certificada por mí, agrego a esta escritura como documentos habilitantes. DECLARO BAJO JURAMENTO: Que pervio la obtención del titulo de Médico Veterinario, otorgado por la Universidad Estatal de Bolivar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos

Naturales y del Ambiente, de la Carrera de Medicina Veterinaria, manifestó que los criterios e ideas emitidas en el presente proyecto de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL USO DE BUTIRATO DE SODIO EN POLLOS DE LA LÍNEA COBB DURANTE LAS FASES INICIAL Y DE CRECIMIENTO,** es de mi exclusiva responsabilidad en calidad de Autor, además autorizo a la Universidad Estatal de Bolivar hacer uso de todos los contenidos que me pertenece o parte de lo que contiene esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación. Es todo lo que puedo declarar en honor a la verdad. Para la celebración y otorgamiento de la presente escritura se observaron los preceptos y requisitos que en el caso requiere; y leída que le fue por mí, el Notario al compareciente, aquel se ratifica en la aceptación de su contenido y firma conmigo en unidad de acto.-Se incorpora al protocolo de esta Notaría la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-

(FIRMA) JONATHAN DAVID LEMA VELOZ
NUI.- 0605058189

MSC. HERNÁN PATRICIO CAMPOS GALLEGOS
NOTARIO SEXTO DEL CANTÓN RIOBAMBA

NOTARIA SEXTA DEL CANTON RIOBAMBA.-RAZON DE CERTIFICACIÓN Y NÚMERO DE COPIAS CONCEDIDAS.- Se otorgó ante mí y en fe de ello confiero esta 1ra **COPIA,** debidamente signada, sellada, certificada y firmada por mí en el mismo lugar y fecha de su otorgamiento.-

M.sc. Hernán Patricio Campos Gallegos
NOTARIO SEXTO DEL CANTON RIOBAMBA

Abg. Hernán Campos Gallegos Msc. NOTARIO SEXTO DEL CANTÓN RIOBAMBA

NOTARÍA SEXTA del Cantón Riobamba
MSc. Hernán Campos Gallegos
ABOGADO - NOTARIO

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

EVALUACIÓN DEL USO DEL BUTIRATO DE SODIO EN POLLOS DE LA LÍNEA COBB DURANTE LA FASES INICIAL Y CRECIMIENTO

8% Textos sospechosos

8% Similitudes
< 1 % similitudes entre comillas
0 % entre las fuentes mencionadas
2% Idiomas no reconocidos (ignorado)
21% Textos potencialmente generados por la IA (ignorado)

Nombre del documento: Tesis Jonathan Lema.docx
ID del documento: 1db39ebe00bfcdf8b670a1cfeeeb67e2334c60c6
Tamaño del documento original: 2,81 MB
Autor: Jonathan Lema

Depositante: WASHINGTON FERNANDO CARRASCO SANGACHE
Fecha de depósito: 31/1/2026
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 31/1/2026

Número de palabras: 19.112
Número de caracteres: 122.300

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**repositorio.ucsg.edu.ec** | Estudio comparativo de los acidificantes vinagre y ácid... http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6931/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-100.pdf **3 fuentes similares**	3%		Palabras idénticas: **3%** (520 palabras)
2	**nutrofeed.es** | Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola: una revisi... https://nutrofeed.es/acidos-organicos-una-alternativa-en-la-nutricion-avicola-una-revision/ **6 fuentes similares**	2%		Palabras idénticas: **2%** (282 palabras)
3	**hdl.handle.net** | Efecto del Butirato de Sodio en los Parámetros Productivos en P... https://hdl.handle.net/20.500.12893/11344 **2 fuentes similares**	1%		Palabras idénticas: **1%** (247 palabras)
4	**ufdcimages.uflib.ufl.edu** https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/16/15/00001/AN09500.pdf **5 fuentes similares**	1%		Palabras idénticas: **1%** (212 palabras)
5	**dspace.espoch.edu.ec** | Utilización de Diferentes Niveles de Palmiste más Adició... http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1188/3/17T0947.pdf.txt **5 fuentes similares**	1%		Palabras idénticas: **1%** (211 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	**dspace.utb.edu.ec** | Evaluación de niveles de microorganismos de montaña en p... http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8035	< 1%		Palabras idénticas: **< 1%** (32 palabras)
2	**dspace.utb.edu.ec** | Adición de Cannabis (Cannabis Sativa) en el balanceado com... http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/16303	< 1%		Palabras idénticas: **< 1%** (27 palabras)
3	**repositorio.uteq.edu.ec** https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c75b5464-5f1c-4171-a2ff-aebdd7f...	< 1%		Palabras idénticas: **< 1%** (27 palabras)
4	**repositorio.unesum.edu.ec** https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3679/1/TESIS ORGINAL (MERCHAN DELG...	< 1%		Palabras idénticas: **< 1%** (26 palabras)
5	**ellasnutri.files.wordpress.com** https://ellasnutri.files.wordpress.com/2022/03/guia-htsi-maz-2020-06-01-necropsias-salud-int...	< 1%		Palabras idénticas: **< 1%** (24 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1. https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8812/4/UPSE-TIA-2022-0070.pdf
2. https://academic.uprm.edu/hsantiag
3. https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bi
4. https://repositorio.uea

.....

Ing. Zoot. Vinicio Rolando Montalvo Silva MSc.
TUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a mi querida familia: a mis padres Luis y Cecilia; a mis hermanos Marcelo y Cristina; y a mis queridos sobrinos Matías, Luisa, Isabella y a nuestro ángel próximo a llegar, quienes con su perseverancia y amor supieron moldear y guiar el camino que hoy finalizo y culmino con gran felicidad.

A mi querida familia y amigos, cuyos gestos de cariño, palabras de aliento, preocupación sincera y generosa entrega marcaron mi vida con felicidad y alegrías.

Jonathan David Lema Veloz

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado la vida y la fuerza necesaria para culminar este gran logro de mi vida personal y familiar.

A mi amada familia: a mi padre, Luis Alberto, quien en vida supo guiarme con amor, paciencia y, sobre todo, con disciplina; hoy, el recuerdo de sus consejos y el infinito amor que me brindó son la guía en los momentos más difíciles de mi vida. A mi madre, Cecilia, pilar fundamental para que este logro se hiciera realidad, quien con su entereza y entrega ha demostrado un gran amor incondicional hacia nuestra familia.

A mis hermanos Marcelo y Cristina; a mis amados sobrinos Matías, Luisa, Isabella y al ángel próximo a llegar a nuestras vidas, quienes llenaron de alegrías mis momentos más difíciles y contribuyeron a forjar la persona que soy hoy.

Agradezco a la Universidad Estatal de Bolívar, a mi tutor y a su planta docente por guiarme y transmitir, sin ninguna reserva, sus conocimientos; y a mis buenos amigos, quienes siempre han estado presentes, siendo una gran fortaleza en este camino.

Jonathan David Lema Veloz

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Industria avícola	6
2.2. Pollos broilers	6
2.2.1. Generalidades y líneas comerciales del pollo broiler	6
2.2.2. Clasificación taxonómica	8
2.2.3. Anatomía de los pollos broiler	8
2.2.4. Sistema digestivo del pollo broiler	9
2.2.5. Salud intestinal en pollos broiler	11
2.2.6. Integridad Intestinal	12
2.2.7. Flora bacteriana en el tracto digestivo del pollo	13
2.2.8. Funciones y equilibrio de la flora intestinal	13
2.2.9. Manejo del pollo broiler	14
2.2.10. Alimentación de pollos por etapas	15
2.2.11. Manejo sanitario de los pollos broiler	16
2.2.12. Requerimientos nutricionales del pollo broiler	17
2.3. Ácidos orgánicos	20
2.3.1. Ácidos orgánicos en la industria avícola	21
2.4. Butirato de sodio	22
2.4.1. Generalidades del butirato de sodio	22
2.4.2. Fisiología del butirato de sodio en aves	23

2.4.3. Efecto del butirato de sodio en el tracto gastrointestinal 23
2.4.4. Efecto del butirato de sodio sobre las poblaciones bacterianas intestinales 24
2.4.5. Efecto del butirato de sodio sobre la inmunidad 25
2.5. Sistema de Monitoreo de Salud (HTSi - Health Tracking System) 25
2.5.1. Definición de la HTSi 25
2.5.2. Usos de la herramienta HTS 26
CAPÍTULO III 28
3. MARCO METODOLÓGICO 28
3.1. Ubicación y características de la investigación 28
3.2. Metodología 29
3.2.1. Material en estudio 29
3.2.2. Factores en estudio 29
3.2.3. Tratamientos 29
3.2.4. Tipo de diseño experimental 30
3.2.5. Métodos de evaluación y datos a tomarse 30
3.2.6. Manejo de la investigación 31
CAPÍTULO IV 35
4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 35
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 35
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS 62
CAPÍTULO V 63
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 63
5.1 CONCLUSIONES 63
5.2. RECOMENDACIONES 64
BIBLIOGRAFÍA 65
ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pág.
1.	Clasificación taxonómica del pollo broiler	8
2.	Ácidos orgánicos de uso común	21
3.	Usos de la HTS	26
4.	Tratamientos	29
5.	Descripción de la investigación	29
6.	Resultado prueba de Tukey variable. Peso inicial.	35
7.	Anova Peso inicial	36
8.	Resultado prueba de Tukey variable Peso día 7	36
9.	Anova Peso día 7	37
10.	Resultado prueba de Tukey variable Peso día 14	38
11.	Anova Peso día 14	38
12.	Resultado prueba de Tukey variable Peso día 21	39
13.	Anova Peso día 21	39
14.	Resultado prueba de Tukey variable Peso día 28	41
15.	Peso día 28	41
16.	Ganancia de peso semana l	42
17.	Anova ganancia de peso semana 1	43
18.	Ganancia de peso semana 2	44
19.	Anova ganancia de peso semana 2	44
20.	Ganancia de peso semana 3	46
21.	Anova ganancia de peso semana 3	46
22.	Ganancia de peso semana 4	48
23.	Anova ganancia de peso semana 4	48
24.	Consumo de alimento total	49
25.	Conversión alimenticia	51
26.	Mortalidad	53
27.	Evaluación día 21 HTS repetición 1 y 2	55
28.	Evaluación día 28 HTS repeticion 3 y 4	58
29.	Beneficio/costo	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pág.
1.	Peso inicial	35
2.	Peso día 7	37
3.	Peso día 14	38
4.	Peso día 21	40
5.	Peso día 28	41
6.	Ganancia peso semana 1	43
7.	Ganancia de peso semana 2	45
8.	Ganancia de peso semana 3	47
9.	Ganancia de peso semana 4	48
10.	Consumo de alimento total	50
11.	Conversión alimenticia	51
12.	Mortalidad	53

ANEXOS

N° **Detalle**

1. Ubicación de la investigación
2. Base de datos
3. Exámenes complementarios
4. Fotografías
5. Glosario de términos técnicos

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo en la empresa "Exibal", ubicada en el cantón Chambo, provincia de Chimborazo, a 2400 msnm, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de butirato de sodio en el desempeño productivo de 352 pollos de la línea Cobb 500; se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones, estableciéndose cuatro tratamientos según la inclusión de butirato en la dieta: T1 (1%), T2 (1,25%), T3 (1,5%) y T4 (testigo/0%), evaluándose variables como peso corporal semanal, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y salud intestinal mediante el sistema HTS, bajo un manejo con protocolo estricto de desinfección, alimentación programada y calendario completo de inmunización; los resultados mostraron que los grupos iniciaron con un peso promedio de 43,59 g sin diferencias significativas ($P>0,05$), evidenciándose a partir del día 7 diferencias significativas en el crecimiento ($P<0,05$), donde el tratamiento T1 (1%) mantuvo una superioridad constante y alcanzó el mayor peso al día 28 con 1305,83 g, seguido por T2 con 1275,96 g, mientras que el grupo testigo (T4) y T3 (1,5%) presentaron los menores pesos con 1169,18 g y 1144 g, respectivamente; en cuanto a la ganancia de peso, T1 destacó especialmente en las semanas 1 y 3, y aunque en la segunda semana el grupo testigo mostró un repunte, la eficiencia acumulada fue mayor en las dosis bajas de butirato; el consumo de alimento fue similar entre tratamientos, aproximándose a los 90 000 g totales por grupo al final de la cuarta semana, concluyéndose que la inclusión de butirato de sodio al 1% favorece significativamente el crecimiento y la ganancia de peso en pollos Cobb 500, superando tanto a dosis más altas como al manejo tradicional sin aditivos.

Palabras Clave: *Pollos broiler, butirato de sodio, integridad intestinal.*

SUMMARY

This study was conducted at the company "Exibal," located in the canton of Chambo, Chimborazo Province, at 2,400 m above sea level, with the objective of evaluating the effect of different doses of sodium butyrate on the productive performance of 352 Cobb 500 broiler chickens; a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four replications was used, establishing four treatments according to the inclusion of butyrate in the diet: T1 (1%), T2 (1.25%), T3 (1.5%), and T4 (control/0%), and evaluating variables such as weekly body weight, weight gain, feed intake, feed conversion ratio, mortality, and intestinal health using the HTSi system, under management conditions that included a strict disinfection protocol, programmed feeding, and a complete immunization schedule; the results showed that the groups started with an average weight of 43.59 g with no significant differences ($P>0.05$), while from day 7 onward significant differences in growth were observed ($P<0.05$), with treatment T1 (1%) maintaining consistent superiority and reaching the highest weight at day 28 (1305.83 g), followed by T2 (1275.96 g), whereas the control group (T4) and T3 (1.5%) recorded the lowest weights (1169.18 g and 1144 g, respectively); regarding weight gain, T1 stood out particularly in weeks 1 and 3, and although in the second week the control group showed a temporary increase, cumulative efficiency was higher at the lower sodium butyrate doses; feed intake was similar among treatments, approaching a total of 90,000 g per group by the end of the fourth week, leading to the conclusion that the inclusion of sodium butyrate at 1% significantly enhances growth and weight gain in Cobb 500 broilers, outperforming both higher doses and traditional management without additives.

Keywords: *Sodium butyrate, broiler chickens, intestinal integrity*

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la avicultura se concentra principalmente en dos áreas: la producción de carne de pollo y la obtención de huevos comerciales, siendo la primera la más relevante. Según datos de la FAO, en 2020 la producción global de pollo de engorde alcanzó cerca de 133 millones de toneladas. Los principales países productores son Estados Unidos, con el 17% del total, seguido por China y Brasil.

En Ecuador, la crianza de pollos de engorde ha experimentado un notable crecimiento, adaptándose a diversas regiones y climas gracias a su rentabilidad, flexibilidad y aceptación en el mercado. Para obtener buenos resultados, se requiere un manejo adecuado, alimentación balanceada, instalaciones apropiadas, agua de calidad y un plan sanitario eficiente. Es fundamental contar con líneas genéticas que transformen el alimento en masa muscular rápidamente, manteniendo una mortalidad aceptable. El consumidor busca aves con buen aspecto, pechugas desarrolladas y sabor agradable.

El sector avícola, tanto internacional como nacional, continúa expandiéndose debido a la elevada demanda de carne de pollo y huevos. Esto lo convierte en una actividad clave dentro de la economía, ya que además de proveer proteína animal a bajo costo, genera empleo y dinamiza la cadena productiva.

Por ello, la industria avícola procura dietas eficientes que satisfagan las necesidades nutricionales de las aves, mantengan su salud y reduzcan problemas patológicos sin recurrir al uso de antimicrobianos. El objetivo es optimizar la producción y la rentabilidad sin comprometer la salud pública. Entre las alternativas a los antimicrobianos promotores de crecimiento (APC) se incluyen probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos y adsorbentes de toxinas.

Dentro de los ácidos orgánicos más empleados en nutrición animal se encuentran el fórmico, propiónico, cítrico, fumárico, láctico y butírico. En particular, el butirato de sodio ha demostrado mejorar de manera significativa la eficiencia productiva en pollos de engorde. Desde el punto de vista fisiológico, su incorporación favorece la

absorción de nutrientes, estimula la secreción enzimática, fortalece el epitelio intestinal y promueve el desarrollo de las vellosidades, lo que se traduce en un crecimiento óptimo.

El ácido butírico, presente en forma de butirato de sodio y generado en la fermentación de carbohidratos, es un ácido graso de cadena corta que se plantea como sustituto de los APC. Su uso contribuye al control de bacterias patógenas, mejora la salud intestinal, refuerza el sistema inmune y disminuye la inflamación.

Diversas investigaciones han evidenciado que incluir butirato de sodio en la dieta de pollos en etapas iniciales favorece la ganancia de peso y la conversión alimenticia. No obstante, su impacto en fases posteriores aún se estudia. En este contexto, la empresa Exibal, ubicada en Chambo, ha mostrado interés en evaluar cómo la aplicación de este compuesto en distintas etapas de desarrollo influye tanto en la productividad como en la salud integral de las aves.

1.2. PROBLEMA

La producción avícola enfrenta desafíos críticos relacionados con la salud intestinal de los pollos de engorde, lo que impacta directamente en su crecimiento y eficiencia alimentaria. Durante las fases inicial y de crecimiento, el desarrollo del sistema digestivo es clave para la absorción óptima de nutrientes y la prevención de enfermedades entéricas. Sin embargo, factores como el estrés, dietas inadecuadas y la disbiosis intestinal pueden comprometer la integridad del epitelio intestinal, afectando la conversión alimenticia y aumentando la susceptibilidad a infecciones.

El butirato de sodio ha demostrado ser un aditivo beneficioso para la salud intestinal al fortalecer la barrera intestinal, modular la microbiota y reducir la inflamación. Su uso se ha centrado principalmente en la fase inicial de crecimiento, pero se desconoce si su aplicación continua durante la fase de crecimiento puede generar beneficios adicionales en la estabilidad intestinal y el rendimiento productivo.

A pesar de los estudios previos sobre el butirato de sodio, existe una falta de información específica sobre su efecto diferencial cuando se aplica solo en la fase inicial versus su uso en ambas fases. Esta incertidumbre limita la capacidad de los productores avícolas para adoptar estrategias nutricionales más eficientes que optimicen la salud digestiva y el desempeño de las aves.

Por ello, es fundamental evaluar el efecto del uso de butirato de sodio en pollos de engorde durante las fases inicial y de crecimiento en la empresa Exibal de Chambo. Esta investigación permitirá determinar su impacto en la salud intestinal, el equilibrio microbiano y los parámetros productivos, proporcionando información clave para mejorar la producción avícola de manera sostenible.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar del uso del butirato de sodio en pollos de la línea Cobb durante las fases inicial y crecimiento

1.3.2. Objetivos específicos

- Comparar el efecto del butirato de sodio sobre los parámetros productivos.
- Evaluar la integridad intestinal a través de la herramienta HTS.
- Establecer la relación costo beneficio del uso de butirato de sodio.

1.4. HIPÓTESIS

H0. El uso de butirato de sodio no tiene efecto significativo en el rendimiento productivo y en la salud intestinal de los pollos de engorde.

HA. El uso de butirato de sodio tiene efecto significativo en el rendimiento productivo y en la salud de los pollos de engorde.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Industria avícola

En Ecuador el sector avícola se desarrolla en las 24 provincias del país y según la fuente del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). En el año 2019 hubo una producción de 38.813.881 pollitos en general, 8.936.553 gallinas ponedoras, 2.399.881 gallina reproductoras, para un total de 4.197.199 gallinas y gallos. En estos momentos hay 1.819 granjas avícolas, generando el negocio de la avicultura aproximadamente 32.000 fuentes directas de trabajo, 220.000 fuentes indirectas y siendo la provincia de Manabí una potencia de producción con el 10% a nivel nacional. Además, la avicultura aporta el 2% al producto interno bruto PIB Nacional y alrededor del 16% al PIB agropecuario. Vale mencionar que, la cadena agroalimentaria avícola incluye 82.000 productores que generan 1.5 millones de toneladas de maíz y 4.000 productores que generan 45 mil toneladas de soya al año. Son 25 industrias y gremios, los que producen 3.2 millones de toneladas de balanceado; las cuales alimentan más de 1.800 granjas agrícolas. Dichas granjas generan 525.000 toneladas de carne de pollo y 3.904 millones de huevo por año. Siendo estos los actores que componen la cadena de suministro relacionada con la producción avícola en el Ecuador (Mezones et al., 2022).

2.2. Pollos broilers

2.2.1. Generalidades y líneas comerciales del pollo broiler

Los broiler son los típicos pollos de crecimiento extra-rápido (especializados en la producción cárnica y precocidad combinada con masa muscular mucho mayor que las razas hueveras), muy rentables y por tanto de bajo costo, que se puede encontrar en las carnicerías y en granjas de alta producción cárnica. Son obtenidos, del mismo modo que las gallinas ponedoras, cruzando varias razas con características concretas. Por ejemplo, el pollo de engorde o broiler blanco, se obtiene del cruce de machos de la raza Cornish (raza británica creada a partir de combatientes

asiáticos como el Combatiente indio, el Combatiente malayo ambos con buen desarrollo de la pechuga), con hembras Plymouth rock blanca, que es una raza de muy buena calidad de carne (Castro, 2022).

Las principales líneas criadas de pollos son las, Línea Coob y Ross. Los pollos parrilleros se obtienen de una cuidadosa selección de aves, eligiendo las de mejor genética, se logra que la musculatura del pecho y los muslos adquiera mayor desarrollo (López, 2022).

- **Línea Ross**

Estas líneas comerciales pertenecen a la marca líder de reproductoras de engorde en todo el mundo, ROSS. Entre sus atributos encontramos: genética de primera categoría, crecimiento rápido, eficiente conversión alimenticia, ganancia de peso diario, alto rendimiento de carne sobre todo de pechuga y una buena producción de huevos. A demás, caracteriza por tener una resistencia a las enfermedades metabólicas como ascitis o muerte súbita, adaptable tanto a climas cálidos y templados (Pérez & Machado, 2024).

Es una raza con buen desarrollo, buena taza de crecimiento, robustez, buena conversión alimenticia y rendimiento y versatilidad para satisfacer una amplia gama de requisitos del producto final (Pérez & Machado, 2024).

- **Línea Cobb**

Estas líneas comerciales pertenecen a la marca número de pollos de alto rendimiento en reproductoras y engorde, COBB-VANTRESS. Estos son considerados los más eficientes y flexible del mundo, en cuanto a conversión de alimento, con el que se puede lograr una excelente tasa de crecimiento y un buen desarrollo aún con una nutrición de baja densidad y bajo costo. Estas particularidades se combinan para dar como resultado a la línea Cobb la ventaja competitiva del menor costo por kg de peso vivo producido (Pérez & Machado, 2024).

Considerado el pollo de engorde más eficiente, posee la más alta conversión alimenticia, la mejor tasa de crecimiento y viabilidad en una alimentación de baja densidad y menos costo; esto le permite mayor ventaja competitiva por su costo más bajo por kilogramo de peso vivo (Pérez & Machado, 2024).

2.2.2. Clasificación taxonómica

Tabla 1

Clasificación taxonómica del pollo broiler

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Clase	Aves
Orden	Galliforme
Familia	Phasianidae
Género	*Gallus*
Especie	*G. domesticus*

Fuente: (López, 2022)

2.2.3. Anatomía de los pollos broiler

La anatomía de las aves, incluyendo su fisiología, muestra muchas adaptaciones únicas encaminadas, la mayoría, para la obtención de la capacidad de volar. Las aves han evolucionado hasta poseer un sistema esquelético y muscular ligero y potente que, junto con los sistemas circulatorio y respiratorio, les hace capaces de desarrollar una oxigenación y actividad metabólica muy altas, y con ello conseguir la suficiente energía para conquistar el medio aéreo. El desarrollo del pico ha condicionado la evolución de un sistema digestivo especialmente adaptado (Rodríguez, 2022).

Los órganos digestivos de las aves son obviamente de diferente aspecto que el de los mamíferos. En las aves están ausentes los dientes, está presente un buche bien desarrollado y una molleja, el ciego es doble y falta el colon. Tales diferencias anatómicas significan diferencias en los procesos digestivos (Rodríguez, 2022).

2.2.4. Sistema digestivo del pollo broiler

- **Pico**

Está compuesto por el maxilar superior e inferior o mandíbula. Sirve como medio de defensa y en la alimentación. No tienen dientes ni labios, y por esta razón tragan el alimento entero, tienen escasas glándulas salivales que producen saliva, que sirve para comenzar la digestión y como la lubricación para el paso del alimento por el esófago hacia el buche (Rodríguez, 2022).

- **Lengua**

La lengua se ubica en el piso de la cavidad bucofaríngea y está constituida por un ápice, un cuerpo y una raíz. Un frenillo de tejido conectivo une su superficie ventral con el piso de la orofaringe. En numerosas especies, como pollos y faisanes, existe un canal central en la superficie dorsal que facilita el pasaje del alimento desde la orofaringe hasta el esófago (Argüelles, 2020).

- **Faringe**

La faringe es la zona de comunicación habitual a las vías digestivas y respiratorias, pero por falta del velo del paladar, resulta dificultoso fijar un límite entre la cavidad bucal y la faringe. Tiene glándulas salivales a la altura de la submucosa (Cóccaro, 2020).

- **Esófago**

El esófago posee una glándula que segrega mucosa y es muscular. En el esófago y la cavidad bucal de aves granívoras, se encuentran sacos orales donde estos organismos almacenan el alimento Tras la faringe nos encontramos el esófago que,en un principio se sitúa entre la tráquea y los músculos cervicales, posteriormente se coloca en la zona derecha del cuello (Rodríguez, 2022).

- **Buche**

El buche posee ampliación sacular del esófago cervical sin cargo digestiva. Tiene diferentes funciones incluyendo hacinar y humedecer el alimento, la producción enzimática así mismo función inmunológica (Altamirano, 2022).

- **Proventrículo**

El esófago continúa después del buche y lo conecta con el proventrículo. Este órgano es conocido como el estómago glandular de las aves donde la digestión primaria comienza. El ácido hidroclórico y las enzimas digestivas como la pepsina se mezclan con el alimento ingerido y empiezan a descomponerlo de manera más eficiente. En este momento, la comida todavía no ha sido molida (Mejía, 2020).

- **Molleja**

También conocido como ventrículo, es bien desarrollada en aves granívoras, se adhiere a la porción caudal del proventrículo y está cubierto en su extremo anterior de los dos lóbulos hepáticos. Su forma es redondeada, presenta sus lados aplanados y está porción no se segrega jugo digestivo. La función principal de la molleja es comprimir, aplastar y pulverizar fuertemente los granos, a través de la contracción muscular y por la presencia de pequeños guijarros en su interior considerados como sustitutivos de los dientes (Pérez & Machado, 2024).

- **Hígado**

Es el órgano más grande del sistema digestivo del ave, que tiene la función de segregar fluido biliar hacia el duodeno, los fluidos biliares son indispensables en la digestión de las grasas, ayuda a la síntesis de las proteínas y excreta los desechos de la sangre actuando como un emulsificante (Altamirano, 2022).

- **Intestino delgado**

En general, el intestino delgado es más corto que en mamíferos, pero con un mayor número de convoluciones. Este se encuentra principalmente en la zona derecha de

la cavidad celómica y es fácilmente accesible, este órgano se divide en tres porciones, denominadas duodeno, yeyuno e íleon; entre los cuales se encuentra un vestigio del saco vitelino; estructura que se reabsorbe muy rápidamente tras la eclosión en aves altricialles (nidícolas) si la comparamos con las aves precociales (nidífugas) (Rodríguez, 2022).

- **Intestino grueso**

Es muy corto y, en el caso de las aves de producción, se determina por mostrar dos ciegos bien avanzados, donde acontece una trasformación bacteriana, con la productividad de vitaminas exclusivamente del tipo B. Mientras tanto, por estar en la terminación del aparato digestivo, las aves no pueden asimilar estas vitaminas por lo cual efectúan coprofagia. Los desperdicios del proceso digestivo se dirigen al colon, muy pequeño, y se desechan por la cloaca (Altamirano, 2022).

2.2.5. Salud intestinal en pollos broiler

Definida como el buen funcionamiento del intestino, que permitirá una buena asimilación de nutrientes y así una mejor producción. La definición de salud intestinal, actualmente es una prevención donde se evita desarrollar enfermedades mediante la aplicación de aditivos que incrementan bacterias benéficas y simbióticas disminuyendo así las bacterias patógenas, también mediante protocolos y medidas de bioseguridad (Rodríguez, 2022).

El epitelio del tracto intestinal presenta una barrera de protección contra bacterias patógenas y sustancias toxicas presentes en el alimento y lumen intestinal, un desequilibrio de la microbiota, facilita la aparición de inflamación crónica y disminución de vellosidades intestinales dando como consecuencia una mala digestión y absorción de alimentos (Ramos, 2023).

Una de las alternativas para el no uso de antibióticos promotores de crecimiento son los ácidos orgánicos, especialmente del Butirato de Sodio; que tiene un rol vital en la reducción del pH intestinal con el control de la colonización y el crecimiento bacteriano patógeno, así estimulando el crecimiento de las células de absorción intestinal y el rendimiento del crecimiento de las aves (Gallardo, 2023).

2.2.6. Integridad Intestinal

La integridad intestinal es la capacidad del aparato digestivo de las aves para procesar convenientemente alimentos, de modo que sean descompuestos, transformados en nutrientes; absorbidos en el torrente sanguíneo y utilizado por las diferentes células del organismo. La integridad intestinal o función óptima del tubo digestivo, es el principal factor de eficiencia productiva de las aves, relacionada a la capacidad de realizar funciones metabólicas integrales, que comprende, resumidamente: aprehensión de alimentos, producción de secreciones glandulares que ayudan a absorber nutrientes de los alimentos, transporte de nutrientes a los diferentes órganos del cuerpo y evacuación de materias fecales o desechos, que se eliminan al final del proceso de digestión. Las aves cuya integridad intestinal está intacta, forman los nutrientes en energía para el crecimiento y no tan sólo para su mantenimiento o la lucha contra las enfermedades, con lo que disponen de más energía que posibilita un mayor crecimiento de manera más eficiente (Ramos, 2023).

Y el fiel de esta balanza es precisamente la salud intestinal, la capacidad real del intestino para digerir y absorber los nutrientes puestos a disposición del animal a través de la dieta. Si esta es correcta, dietas concentradas serán na la vez digestibles, y podremos alcanzar al mismo tiempo buenos resultados técnicos y pocos problemas de campo. Si esta falla, los resultados serán peores o tendremos más problemas en campo o, incluso peor, ocurrirán ambas cosas. Independientemente de la causa de una enfermedad, antes de que se pueda controlar con eficacia, lo que necesita saber es cómo se introduce la enfermedad y cómo se propaga entre los pollos. Las enfermedades se introducen desde reservorios de la infección, que pueden ser cualquier fuente o sitio donde los organismos causantes de enfermedades sobreviven multiplican y de las que pueden ser transferidos a un anfitrión susceptible en este caso, un pollo. Se estima que el 3 % de todos los microbios son patógenos, el 10% son oportunistas y el 87 % son beneficiosos o inofensivos (Aroca, 2024).

2.2.7. Flora bacteriana en el tracto digestivo del pollo

La comunidad de microorganismos en el intestino se conoce de varias formas: bacterias amigables, flora intestinal, micro biota intestinal, consiste en una comunidad diversa, compuesta principalmente por bacterias, hongos, protozoarios y virus (Cobo & Yanchaliquin, 2023).

Recientes estudios enfocados en las aves proponen que el tracto gastrointestinal (GI) de un pollo está colonizado por una cantidad estimada en 640 especies de bacterias. La abundancia y diversidad de la micro biota varía a lo largo del tracto GI y las regiones que tienen condiciones menos tolerables y un paso más rápido de los contenidos intestinales tienen números inferiores de bacterias (Cobo & Yanchaliquin, 2023).

2.2.8. Funciones y equilibrio de la flora intestinal

La micro flora digestivo también se puede modificar por la presentación dela dieta (granos enteros, pellets), el tipo de grano y tamaño de partícula. De hecho, la granulación contribuye a un aumento en los coliformes en el íleon, y una reducción de *Clostridium perfringens* y lactobacilos en las partes distales del tracto digestivo (Aroca, 2024).

La micro biota intestinal también se considera un factor importante en el desarrollo y del sistema inmune. Los estudios han demostrado que los animales que carecen de micro biota intestinal son más susceptibles enfermedades. La flora equilibrada compite con agentes patógenos tanto por espacio como por nutrientes, al tiempo que mantiene la activación modulada del sistema inmune. Una flora no equilibrada hace todo lo contrario activando los mecanismos inflamatorios pudiendo afectar la eficiencia de la función digestiva en grados desde moderados aseveros (Cobo & Yanchaliquin, 2023).

2.2.9. Manejo del pollo broiler

Un pollo moderno tiene 1200 horas de vida entre el nacimiento y el sacrificio, por tal razón el resultado final de los lotes depende en gran medida del manejo que se dé a los pollitos en la primera semana. Existe una estrecha relación entre el peso de la primera semana y el peso al sacrificio. Debemos recordar que la primera semana de vida es del 17 al 20% del tiempo total del ciclo y en esta semana el pollo debe ganar aproximadamente 4 veces su peso inicial en ninguna otra semana el crecimiento es tan alto (SOLLA, 2019).

El Broiler es un pollo de engorde robusto, de crecimiento rápido y eficiente conversión alimenticia y con buen rendimiento de carne. Está diseñado para satisfacer las exigencias de los clientes que necesitan consistencia de rendimiento y versatilidad para cumplir una amplia gama de requerimientos del producto final. Un costo efectivo de producción de carne de pollo depende de alcanzar un buen rendimiento del ave. Los puntos señalados a continuación son importantes para lograr un rendimiento óptimo del pollo de engorde Broiler (COLAVES, 2020).

El manejo es el factor más importante en la producción aviar y dentro de este debemos tener en cuenta cinco condiciones de suma importancia:

- El primer punto para considerar en el momento de instalar una granja es la elección de la zona de emplazamiento y consecuentemente del terreno. El mismo debe tener buen drenaje y no ser inundable. Tiene que contar con suministro abundante de agua potable.
- Otros temas para considerar son la orientación y la separación de los galpones. Lo más importante en este sentido es evitar la incidencia del sol y aprovechar la circulación de aire para favorecer una buena ventilación (Rodriguez, 2022).

2.2.10. Alimentación de pollos por etapas

Los requerimientos nutricionales de los pollos de engorde varían considerablemente a lo largo de su desarrollo fisiológico. En general, disminuyen progresivamente con la edad, debido a que las aves jóvenes presentan una mayor tasa metabólica, crecimiento tisular acelerado y mayor eficiencia en la utilización de nutrientes. Por ello, los programas de alimentación se estructuran en fases (inicio, crecimiento y finalización), cada una con una formulación específica que busca optimizar el rendimiento productivo, la conversión alimenticia y la calidad de la canal.

- **Fase de inicio (1 - 14 días):** Durante este periodo, las aves requieren dietas altamente densas en nutrientes, con niveles elevados de energía metabolizable (EM), proteína cruda (PC) y un balance óptimo de aminoácidos esenciales como la lisina, metionina y treonina. El objetivo principal es maximizar la ganancia de peso, promover un rápido desarrollo del tracto gastrointestinal y garantizar una eficiente conversión alimenticia. Además, el uso de aditivos como el butirato de sodio o los probióticos puede mejorar la integridad intestinal y la absorción de nutrientes en esta etapa crítica del crecimiento.

- **Fase de crecimiento (15 - 35 días):** En esta etapa intermedia, se observa una reducción gradual en los requerimientos de energía y proteína, aunque se mantiene un equilibrio adecuado de aminoácidos para favorecer el desarrollo muscular y evitar la deposición excesiva de grasa. La eficiencia alimenticia tiende a disminuir levemente, pero el objetivo es optimizar la producción de masa magra, manteniendo una relación costo-beneficio favorable. Así mismo, la formulación debe considerar la digestibilidad de los ingredientes y la estabilidad intestinal, ya que el ave continúa en un proceso activo de crecimiento y maduración metabólica.

- **Fase de finalización (36 - 42 días):** En este último tramo, el contenido nutricional del alimento se ajusta a niveles moderados de energía y proteína, dado que las aves destinan una mayor proporción de nutrientes al mantenimiento corporal y presentan menor eficiencia de conversión.

Aunque la ganancia de peso se reduce y la conversión alimenticia se incrementa, esta fase resulta fundamental para alcanzar un peso vivo comercial óptimo y una adecuada conformación de la canal, maximizando el rendimiento económico de la producción.

- Periodo de retiro de alimento: Durante los días previos al sacrificio, es esencial implementar un retiro programado de fármacos y vacunas, garantizando que no existan residuos en los tejidos o la canal al momento del procesamiento. Según Merchán (2022), esta práctica es crucial para cumplir con las normativas de inocuidad alimentaria, proteger la salud del consumidor y mantener la trazabilidad sanitaria del producto final.

2.2.11. Manejo sanitario de los pollos broiler

Para obtener tanto el potencial genético como una producción consistente del lote, es importante que la persona encargada de los animales tenga una guía de manejo que sea específica para la línea que se esté manejando, para lo cual describiremos por semanas las actividades que se deben realizar (López, 2022).

Se debe utilizar una dosis más elevada de las proteínas para obtener una mejor rentabilidad económica. Un sólido programa de bioseguridad es crítico para mantener la salud de la parvada. El entendimiento y el seguimiento de las prácticas de bioseguridad determinadas deben ser parte del trabajo de todo el personal. Para lograrlo, es esencial contar con programas educativos y de entrenamiento del personal, realizándolos con regularidad (Merchán, 2022).

Los pollitos a temprana edad podrían presentar restricciones en la alimentación para disminuir su grasa corporal modificando su metabolismo, denominada restricción energética, los pollitos experimentan transiciones los primeros 7-10 días de vida, lo cual afecta la forma en que las aves reciban los nutrientes, por esta razón, el manejo durante este período es esencial para el óptimo rendimiento del lote. Los pollitos deberán recibir sus alimentos de una manera adecuada ya que en las últimas horas de incubación estos reciben sus nutrientes de la yema de huevo esto permite que se obtenga óptimos resultados durante su etapa de crecimiento (López, 2022).

2.2.12. Requerimientos nutricionales del pollo broiler

- **Agua**

Es el nutriente más abundante, importante, ignorado y barato, solo el oxígeno es más importante que el agua para sostener la vida. La falta de agua mata más rápido que la falta de alimento. La deshidratación puede matar un animal en sólo 2-3 días. Entre sus funciones se encuentra el transporte de nutrientes, e ayuda a las células a mantener su forma biológica, regular la temperatura del cuerpo, lubrica las articulaciones, digestión, metabolismo, eliminación de toxinas, regulación de absorción y circulación de los nutrientes (Nilipour, 2021).

- **Carbohidratos**

Los carbohidratos componen la porción más grande en la nutrición de las aves, se encuentra presente en grandes cantidades en las plantas, aparecen ahí usualmente en forma de almidones, celulosa y azucares. El almidón es la forma principal en que las plantas almacenan su energía, y es el único carbohidrato complejo que las aves pueden realmente digerir. El pollo no tiene el sistema de enzimas requerido para digerir la celulosa y otros carbohidratos complejos, así que se convierte parte del componente fibra cruda (Gallardo, 2023).

- **Grasas**

La alta velocidad de crecimiento del pollo en la actualidad implica necesidades muy altas de energía en la ración alimenticia, estas altas necesidades se satisfacen mayoritariamente mediante el aporte de grasa en la dieta, como principal materia prima que contiene la energía que requiere el pollo para su crecimiento, la grasa es una fuente importante de energía para las dietas actuales de aves porque contienen más del doble de energía que cualquier otro nutriente (Pérez & Machado, 2024).

Esta particularidad hace de las grasas un elemento indispensable en la formulación correcta de las dietas de iniciación y crecimiento. La grasa forma parte del 17% de peso seco de pollo al mercadeo. Siendo esencial en la absorción de vitaminas A, D3, E y K, y como fuente de ácidos grasos esenciales. Estos ácidos grasos son

responsables de la integridad de la membrana, síntesis de hormonas, fertilidad, para muchos productores de alimentos comerciales, la grasa animal o grasa amarilla seria la fuente de grasa para suplementar los procesos alimenticios (Bacha, 2019).

- **Energía**

Las necesidades energéticas son las más complejas de cubrir, a lo cual el contenido energético de la ración alimenticia representa el primer factor limitante en la productividad, pues condiciona en gran medida la ingestión, nivel de producción y el índice de conversión cuyo factor energético depende del valor nutritivo de un alimento. La energía es resultado del metabolismo de los componentes químicos de los alimentos, que es utilizada para funciones de crecimiento, producción, movilidad muscular, conservación de la temperatura corporal, respiración, funcionamiento del aparato digestivo y síntesis de compuestos y procesos bioquímicos. La cantidad de energía que contiene la dieta generalmente se encuentra expresada en Mega Joules (MJ) o kilocalorías (Kcal) de energía metabolizable (EM), siendo esta la energía que aprovecha el pollo (Altamirano, 2022).

La energía total de un alimento nunca es completamente aprovechada por las aves, pues parte de esta energía se pierde con las heces y orina, se considera dos maneras de medir el valor energético de las raciones y de las materias primas importantes en la formulación de raciones. La energía metabolizable es la energía total del alimento menos la energía de las heces y orina, además de la energía productiva es la energía de una ración que es realmente transformada en carne (Altamirano, 2022).

- **Minerales**

Los minerales son indispensables para la formación de huesos, tejidos y actúan como componentes estructurales. Estos a su vez se dividen en macrominerales y microminerales siendo esenciales para la vida animal, formando parte de la alimentación diaria. La carencia crónica de algunos de ellos provoca enfermedades específicas que desaparecen al aportarlo en la dieta. Además, los minerales en el organismo forman parte de tejidos, regulan el impulso nervioso al músculo, el

intercambio de iones en las membranas celulares, el equilibrio del medio interno e intervienen como factores de enzimas regulando el metabolismo (Cruz, 2021).

Los pollos requieren minerales principalmente calcio, los minerales son necesarios en la formación de células sanguíneas, activación de enzimas, metabolismo de energía, y la función adecuada del músculo. Los granos son deficientes en minerales, por lo que en los alimentos para aves es necesario suplementar. Calcio, fósforo y sales son necesarias en grandes cantidades. Las conchas son una buena fuente de calcio, fosfatos difluorados son los acarreadores de costumbre de fósforo y calcio para dietas para aves (Cruz, 2021).

- **Proteínas**

Las proteínas son biomoléculas básicamente formadas por carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno suministradas en las dietas para la provisión de aminoácidos, cuyo exceso del nutriente deriva en el catabolismo de los aminoácidos, funciona como aporte energético a las dietas avícolas que deben ofrecer un nivel proteico que minimice el uso de aminoácidos como fuente energética (Abarca, 2021).

Las necesidades proteínicas son uno de los factores más importantes que se consideran al formular cualquier alimento en base al requerimiento específico de aminoácidos, para establecerla es necesario que se especifique el nivel energético, pues esto resulta indispensable para mantener la proporción adecuada de proteína-energía en las dietas para aves, cuyo alimento con alto valor proteico son de origen vegetal (Abarca, 2021).

- **Vitaminas**

Para su normal desarrollo los pollos requieren ingerir de forma continua alimentos con el fin de lograr un normal funcionamiento del organismo esto complementado con vitaminas la cual no debe ser considerada sólo para prevenir la deficiencia de signos sino también para optimizar la salud animal, la productividad y la calidad del producto. Por su solubilidad las vitaminas son agrupadas en vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y liposolubles (vitaminas A, D, E, y K.) (Cruz, 2021).

- **Aminoácidos**

En las aves los aminoácidos son los principales constituyentes protectores de tejidos estructurales, como piel, plumaje, ligamentos y tejidos como músculos y órganos internos. Por lo cual es fundamental su suministro con el propósito de lograr la obtención de un buen desarrollo muscular y síntesis de proteína del huevo, con esta información se expresa que esta entre los más idóneos para las aves con múltiples beneficios (Ruiz, 2019).

2.3. Ácidos orgánicos

Químicamente, la principal característica de los ácidos orgánicos (AO) es la presencia del grupo funcional carboxílico (-COOH) unido a un hidrógeno o a una cadena lineal de átomos de carbono. La estructura de esta cadena puede variar en su grado de saturación, lo que influye en sus propiedades fisicoquímicas y biológicas.

En el contexto de la nutrición animal, los ácidos orgánicos son ampliamente utilizados como aditivos alimentarios debido a su capacidad para mejorar la digestibilidad de los nutrientes, modular la microbiota intestinal y promover la salud del tracto digestivo. Estos compuestos pueden actuar como agentes antimicrobianos, reduciendo el pH del entorno gastrointestinal y limitando el crecimiento de microorganismos patógenos. Además, su inclusión en la dieta puede influir positivamente en el rendimiento productivo de los animales, especialmente durante las fases iniciales de desarrollo, donde la salud intestinal y la absorción de nutrientes son críticas para un crecimiento óptimo (Gallardo, 2023).

Tabla 2

Ácidos orgánicos de uso común

Ácido	Nombre químico	Fórmula	pKa
Fórmico	Ácido Fórmico	HCOOH	3.75
Acético	Ácido Acético	CH_3COOH	4.76
Propiónico	Ácido 2-Propanoico	CH_3CH_2COOH	4.88
Butírico	Ácido Butírico	$CH_3CH_2CH_2COOH$	4.82
Láctico	Ácido 2-Hidroxipropanoico	$CH_3CH(OH)COOH$	3.83
Fumárico	Ácido 2-butenodioico	COOHCH	3.02
Málico	Ácido hidroxibutanodioico	$COOHCH_2CH(OH)COOH$	3.40
Tartárico	Ácido 2,3-dihidroxi-butanodioico	COOHCH(OH)CH(OH)COOH	2.93
Cítrico	Ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico	$COOHCH_2C(OH)(COOH)CH_2COOH$	3.13
Sórbico	Ácido 2,4-hexadienoico	$CH_3CH:CHCH$	4.76

Fuente: (Ángel et al., 2019)

2.3.1. Ácidos orgánicos en la industria avícola

El uso de ácidos orgánicos en la alimentación de las aves contribuye al mantenimiento de la integridad y estabilidad de la biota intestinal; además, dificulta la proliferación de microorganismos patógenos, ayuda a prevenir la aparición de enfermedades y a mejorar el rendimiento productivo. Por este motivo y por ser seguros para los consumidores, los ácidos orgánicos se han planteado como una alternativa al reemplazo de los antibióticos promotores de crecimiento. Sin embargo, existen factores como: el tipo y la dosis del ácido orgánico, la composición de la dieta y las condiciones ambientales de cría (Ángel et al., 2019).

En el tracto gastrointestinal de las aves habita una comunidad diversa de bacterias, hongos y protozoos interactuando constantemente con el huésped; la adquisición y desarrollo de esta microbiota intestinal en pollos de engorde se origina desde la

eclosión, con los microbios que se encuentran en la superficie de la cáscara del huevo, además de la contaminación por vectores externos como el medioambiente, el alimento y el personal que manipula las aves30. La microbiota alcanza su estabilidad alrededor de la segunda semana de vida del pollo, edad en la que se constituye en su mayoría por bacterias anaerobias facultativas como *Lactobacillus* sp, *Enterococcus* sp. y *Escherichia coli* que representan entre el 60 y 90% de la microbiota intestinal; además de otras especies de características anaerobias estrictas que se encuentran comúnmente en el íleon y el duodeno como: eubacterias, clostridios, propionibacterias y fusobacterias (Ángel et al., 2019).

2.4. Butirato de sodio

2.4.1. Generalidades del butirato de sodio

El butirato de sodio, derivado del ácido butírico, es un ácido carboxílico con cuatro átomos de carbono, que en medio acuoso se transforma en butirato. En el sistema digestivo de aves, este compuesto mejora la salud intestinal mediante la promoción del desarrollo intestinal y el crecimiento de la microflora beneficiosa, lo que a su vez optimiza parámetros productivos como el peso corporal y la conversión alimenticia. A nivel molecular, celular y tisular, el butirato de sodio tiene un impacto significativo. Estimula el crecimiento de células intestinales, la actividad enzimática y la proliferación de criptas. Además, actúa como inhibidor de la deacetilasa de histonas (HDAC), con efectos antineoplásicos, ya que induce cambios en la estructura y expresión genética de las células intestinales. Esto contribuye a la salud, rendimiento y eficiencia económica en animales (Ángel et al., 2019).

El butirato es una fuente de energía para las células del intestino, favoreciendo la secreción de enzimas digestivas y la síntesis de proteínas de la mucosa intestinal. También estimula la secreción de enzimas pancreáticas que facilitan la digestión, evitando fermentaciones intestinales que pueden causar diarrea y mortalidad en animales jóvenes. Su rápida absorción en el tracto superior ha sido superada con formulaciones protegidas, que permiten su acción efectiva en el intestino, mejorando las vellosidades y profundidad de las criptas. En lechones y cuyes, la

suplementación con butirato de sodio ha demostrado promover el crecimiento de las vellosidades intestinales y mejorar el rendimiento productivo a dosis específicas (Gallardo, 2023).

2.4.2. Fisiología del butirato de sodio en aves

La fisiología del butirato de sodio en aves está influenciada por el pKa del ácido butírico y el pH del tracto gastrointestinal. El pKa indica el valor de pH al cual la mitad de las moléculas del ácido se disocian en iones, y su disociación depende del pH en diferentes secciones del tracto digestivo (Herrera, 2022).

En regiones con pH ácido, como el buche, proventrículo y molleja, el ácido butírico permanece sin disociarse. Al pasar al intestino, donde el pH es más alto, el ácido se disocia en iones de butirato e hidrógeno, facilitando su absorción a nivel intestinal. El butirato es absorbido por difusión pasiva en las células intestinales, promoviendo el crecimiento de las vellosidades y el intercambio celular. Además, el butirato puede absorberse como fuente de energía, ya sea mediante un intercambio de iones bicarbonato (HCO_3^-) o por transporte activo (Herrera, 2022).

2.4.3. Efecto del butirato de sodio en el tracto gastrointestinal

El butirato de sodio tiene varios efectos beneficiosos en el tracto gastrointestinal de las aves. Una vez en el estómago, se disocia parcialmente debido a la acidez, liberando el ion sodio (Na^+) y manteniendo el butirato en su forma no disociada, lo que facilita su difusión hacia las bacterias debido a su liposolubilidad (Youn et al., 2005). Estudios, como el de Van Deun et al. (2008), han demostrado que el ácido butírico protegido ejerce un efecto bactericida contra *Campylobacter jejuni*. Además, investigaciones de Van Immerseel et al. (2004) mostraron que el butirato reduce la proliferación de *Salmonella enterica* en el epitelio intestinal de pollos de engorde. El butirato también incrementa la acidez del contenido gástrico. Al llegar al duodeno, estimula la secreción de enzimas digestivas del páncreas, como amilasas, lipasas y proteasas, que ayudan a regular el pH y optimizan la digestión. Este efecto acidificante activa el pepsinógeno, convirtiéndolo en pepsina, y potencia la digestión de proteínas. Además, al reducir el pH intestinal, el butirato

de sodio favorece el crecimiento de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* y bifidobacterias, que producen ácidos acético y láctico, compitiendo con bacterias patógenas por espacio y nutrientes, y promoviendo un ambiente intestinal equilibrado (Gallardo, 2023).

2.4.4. Efecto del butirato de sodio sobre las poblaciones bacterianas intestinales

El butirato de sodio actúa como un potente agente antimicrobiano en el tracto gastrointestinal de las aves, principalmente debido a su capacidad de acidificar el entorno y disminuir el pH intestinal. Al llegar al tracto digestivo, el butirato no solo baja el pH, sino que también facilita la secreción de mucina, una sustancia protectora que crea una barrera adicional contra bacterias patógenas como *E. coli*, *Salmonella*, y *Clostridium*. Esta barrera de mucina es particularmente eficaz para defender el intestino de infecciones y preservar la salud del ave. Una de las claves de su efecto antibacteriano radica en que el butirato se mantiene en su forma no disociada debido a su liposolubilidad, lo que le permite atravesar fácilmente las membranas bacterianas. Una vez dentro de la bacteria, el butirato libera protones, lo cual reduce el pH interno de la célula. Las bacterias no acidófilas, como las mencionadas anteriormente, deben compensar este cambio de pH interno, y para hacerlo, activan la bomba de protones ATPasa, lo que consume mucha energía y, como resultado, detiene su crecimiento. Este proceso inhibe la síntesis de ADN y proteínas, lo cual es crucial para que las bacterias se reproduzcan (Herrera, 2022).

Adicionalmente, el butirato fomenta un entorno intestinal que favorece el crecimiento de bacterias beneficiosas, como los lactobacilos y las bifidobacterias, que prosperan en medios más ácidos. Estas bacterias benéficas producen ácidos como el acético y el láctico, que compiten con las bacterias patógenas por espacio y nutrientes, ayudando a mantener un equilibrio saludable en la flora intestinal. El impacto positivo del butirato se extiende también a la regulación genética de ciertos patógenos, disminuyendo la expresión de genes de virulencia, especialmente en *Salmonella*, lo que limita su capacidad de invadir las células del intestino. En aves de engorde, esto se traduce en una menor prevalencia de infecciones y una

microbiota intestinal más equilibrada, optimizando su salud y rendimiento (Makled et al., 2019).

2.4.5. Efecto del butirato de sodio sobre la inmunidad

El butirato de sodio desempeña un papel clave en la respuesta inmunológica frente a infecciones. Este compuesto no solo actúa directamente contra la invasión de microorganismos, reduciendo su virulencia, sino que también influye en la regulación de proteínas sanguíneas, aumentando la concentración de globulinas y reduciendo la proporción de albúmina y globulina. En el intestino, fortalece la inmunidad al actuar sobre el tejido linfoide asociado a mucosas (GALT) en aves, que es esencial para la defensa en el tracto gastrointestinal (Makled et al., 2019).

Además, el butirato estimula los macrófagos, células clave del sistema inmune, proporcionando una inmunidad específica. También promueve la expresión de péptidos de defensa en el huésped, componentes de la inmunidad innata, como las defensinas y catelicidinas en el pollo, que tienen propiedades antibacterianas. Al inducir la expresión de estos péptidos en macrófagos, monocitos y otros tejidos, el butirato fortalece la defensa intestinal. Otro efecto del butirato es la modulación de la respuesta inflamatoria. Inhibe la producción de óxido nítrico y de ciertas citoquinas inflamatorias (IL-1, IL-6, IFN-γ e IL-10) en macrófagos activados por patógenos como *Salmonella typhimurium*, lo que ayuda a controlar la inflamación y mejora la resistencia a infecciones sin afectar la homeostasis inmunológica del individuo (Gallardo, 2023).

2.5. Sistema de Monitoreo de Salud (HTSi - Health Tracking System)

2.5.1. Definición de la HTSi

El HTSi™ es una herramienta de vigilancia basada en necropsias que va más allá de una simple puntuación de lesiones, proporcionando un análisis holístico y sólido de la salud de los pollos de engorde. Esta plataforma integra la captura, procesamiento y análisis de datos para respaldar una toma de decisiones informada, especialmente en aspectos clave como la salud intestinal (Elanco Animal Health Incorporated, 2020).

2.5.2. Usos de la herramienta HTS

Tabla 3

Usos de la HTS

Condición	Definición	Importancia Clínica	Estrategias de Control
Integridad Intestinal (I^2)	Óptimo funcionamiento del tracto intestinal.	Disminución de la capacidad de digerir y absorber nutrientes.	Prevención de coccidiosis, calidad del alimento, manejo del microbioma, reducción de estrés.
Alphitobius diaperinus (BTL)	Presencia de escarabajos o partes de escarabajos en el buche o molleja.	Reducción de la ingesta de alimento y riesgo de obstrucciones o transmisión de *Salmonella*.	Control efectivo de escarabajos en los galpones.
Descamación Celular (CS)	Exceso de detritos celulares en el intestino proximal.	Reduce la capacidad de absorción y digestión, afectando el desempeño.	Control de calidad de ingredientes y prevención de enfermedades intestinales.
Exceso de Bilis (BL)	Presencia de bilis o tinción verdosa en los intestinos.	Indica privación de alimento prolongada, afectando la ganancia de peso.	Revisión de sistemas de alimentación y acceso al alimento.
Exceso de Fluido Intestinal (WC)	Líquido excesivo en el tracto intestinal o heces.	Asociado a desbalances de electrolitos, toxinas o agentes infecciosos.	Mantenimiento de estándares de calidad en el alimento y planes sanitarios.
Exceso de Moco Intestinal (MC)	Moco excesivo en el intestino.	Medio de crecimiento para bacterias como Clostridium perfringens.	Prevención de enfermedades intestinales y uso de acidificantes en el agua.
Pasaje de Alimento (FP)	Presencia de alimento no digerido en el intestino grueso o heces.	Indica digestión subóptima o tránsito intestinal rápido.	Identificación y eliminación de causas como toxinas o patógenos.
Erosión de Molleja (GIZ)	Erosiones o ulceraciones en el revestimiento de la molleja.	Puede ser causada por compuestos tóxicos en el alimento.	Control de calidad de los ingredientes y manejo de Clostridium perfringens.
Evaluación Macroscópica de Coccidiosis	Infección por Eimeria spp., causando lesiones en el tracto intestinal.	Afecta la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso.	Uso de anticoccidiales en el alimento y manejo de la humedad de la cama.
Eimeria acervulina (gAC)	Lesiones blanquecinas elongadas en la mucosa del intestino.	Impacta la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso.	Uso de anticoccidiales y manejo de la humedad de la cama.

Condición	Definición	Importancia Clínica	Estrategias de Control
Eimeria maxima (gMX)	Hemorragias pequeñas y moco de color naranja en el intestino.	Afecta la eficiencia alimenticia y puede predisponer a enteritis necrótica.	Uso de anticoccidiales y manejo de la humedad de la cama.
Eimeria tenella (gTN)	Lesiones en los ciegos, con presencia de sangre.	Puede causar mortalidad en casos severos.	Uso de anticoccidiales y manejo de la humedad de la cama.
Hiperemia (HY)	Aumento del flujo sanguíneo en el intestino.	Puede ser una respuesta fisiológica normal o indicar irritación del tracto intestinal.	No se requiere una estrategia específica, ya que es una respuesta normal en muchos casos.
Hemorragia Intestinal (IH)	Escape de sangre del sistema vascular del tracto intestinal.	Puede ser un signo de problemas serios como enteritis o intususcepción.	Determinación y atención de la causa inicial.
Tono Intestinal (IT)	Pérdida de la función muscular del intestino y capacidad de plegarse.	Afecta la digestión y absorción óptimas.	Formulación adecuada del alimento y uso de agentes anticoccidiales y antibióticos.
Lesión de Cavidad Oral (ML)	Erosiones, ulceraciones o necrosis en la cavidad oral.	Puede ser causada por micotoxinas o deficiencia de vitamina A.	Control de calidad de los ingredientes del alimento y manejo de micotoxinas.
Enteritis Necrótica (NE)	Enteritis bacteriana severa causada por Clostridium perfringens.	Alta mortalidad y pérdida de desempeño.	Reducción de condiciones que favorecen el crecimiento de Clostridium.
Proventriculitis (PRV)	Inflamación del proventrículo, asociada a un birnavirus.	Retraso en el crecimiento y desuniformidad.	Actualmente no hay estrategias específicas de control.
Tenías (TW)	Presencia de tenías en el lumen intestinal.	Absorben nutrientes y pueden causar daño físico a la mucosa intestinal.	Control del hospedador intermediario (escarabajos).
Intestinos Engrosados (TK)	Engrosamiento marcado del intestino debido a inflamación o daño físico.	Respuesta inmune que reduce la eficiencia en la absorción de nutrientes.	Control de coccidiosis, enteritis bacteriana y calidad del alimento.
Intestinos Adelgazados (TH)	Pérdida marcada del grosor de la pared intestinal.	Reduce la superficie absortiva y la capacidad protectora de la mucosa.	Reducción de daños causados por virus, bacterias y protozoarios.

Fuente: (Elanco Animal Health Incorporated, 2020)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación y características de la investigación

- **Localización del experimento**

La investigación se realizó en la empresa Exibal del cantón Chambo perteneciente a la provincia de Chimborazo.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

COORDENADAS DMS	
Latitud	01°43'31" S
Longitud	78°36'38" W
COORDENADAS GPS	
Latitud	-1,725278
Longitud	-78,610556
COORDENADAS METEOROLÓGICAS	
Altitud (msnm)	2400
Humedad relativa promedio anual (%)	71,5
Temperatura máxima (°C)	24
Temperatura mínima (°C)	13
Temperatura media anual (°C)	6
Precipitación media anual (mm)	12
Heliofanía promedio anual (horas/luz/día)	5,1
Velocidad del viento promedio anual (m/s)	2

Fuente: (Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales. ESPOCH. 2022)

- **Zona de vida**

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida según Leslie Holdrige (1978) el sitio del experimento corresponde A Bosque Seco Montano bajo (BSMb).

3.2. Metodología

3.2.1. Material en estudio

- 352 pollos

3.2.2. Factores en estudio

Factor A: Pollos

A1: 352 pollos

Factor B: Butirato de sodio.

3.2.3. Tratamientos

Tabla 4

Tratamientos

Tratamiento	Código	Detalle
T1	A1B1	1% de butirato de sodio
T2	A1B2	1.25% de butirato de sodio
T3	A1B3	1.5% de butirato de sodio
T4	A1B4	Testigo (Sin butirato de sodio)

Tabla 5

Descripción de la investigación

Número de localidades	1
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	16
Número de animales por unidad experimental:	22
Número de animales en total:	352

3.2.4. Tipo de diseño experimental

Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro repeticiones.

3.2.5. Métodos de evaluación y datos a tomarse

- **Peso Inicial (PI)**

Su evaluación se realizó en el primer día de la investigación utilizando una balanza gramera, registrando el peso en gramos.

- **Peso Semanal (PS)**

Durante todo el periodo experimental, el peso de cada ave fue registrado semanalmente, utilizando una balanza digital donde se registró el valor de cada ave y se expresó los resultados en gramos

- **Ganancia de peso semanal (GPS)**

Variable cuantitativa, resultado de la resta del valor del peso promedio de los pollos de la semana anterior al valor del peso promedio de los pollos de la semana actual.

$$GPS = Peso\ final\ de\ la\ semana\ - Peso\ semana\ anterior$$

- **Alimento consumido (AC)**

Se determinó mediante la suma de la cantidad total de alimento suministrado a cada grupo y se divide entre el número total de pollos en ese tratamiento.

$$AC = \frac{Suministro\ de\ balanceado\ total}{Número\ de\ pollos}$$

- **Conversión alimenticia (CA)**

Se calculó al final de cada semana de investigación dividiendo el total de alimento consumido entre la ganancia de peso obtenida en ese período.

$$CA = \frac{Alimento\ consumido}{Ganancia\ de\ peso}$$

- **Porcentaje de mortalidad (%M)**

La tasa de mortalidad fue monitoreada semanalmente para cada tratamiento y se calculará como el porcentaje de pollos muertos en relación con el número total de pollos al inicio del estudio.

$$\%M = \frac{Número\ de\ pollos\ muertos}{Número\ total\ de\ pollos\ ingresados}$$

- **Salud intestinal (SI)**

La salud intestinal se evaluó mediante el sistema HTS (Health Tracking System), analizando la integridad intestinal en muestras de tejido. Se tomó 1 muestra a los 21 y 28 días se examinó para determinar posibles alteraciones estructurales en el intestino de los pollos de engorde.

3.2.6. Manejo de la investigación

- **Limpieza y desinfección del galpón**

Una semana antes del inicio del experimento, se realizó una limpieza profunda de los galpones, abarcando pisos, techos y paredes. Para la desinfección, se empleó un desinfectante a base de formol al 37%, que se diluyó en agua y se aplicó mediante aspersión en todas las superficies. Así mismo, se desinfectaron los comederos y bebederos.

- **Preparación de las instalaciones**

Se adecuaron las instalaciones del galpón en preparación para la recepción de los pollitos. Esto incluyó la aplicación de cal en el suelo y la colocación de viruta como sustrato, así como la disposición de los comederos y bebederos.

- **Distribución de comederos y bebederos**

Con las instalaciones listas, se dispusieron estratégicamente los comederos y bebederos en el galpón.

- **Adquisición y selección de pollos**

Para el experimento, se adquirieron pollos de 0 semanas de edad, los cuales fueron ubicados en el establecimiento para iniciar el estudio.

- **Distribución de unidades experimentales**

Los animales seleccionados se distribuyeron al azar para el desarrollo de la investigación .

- **Identificación de los tratamientos**

Los diferentes tratamientos se identificaron mediante rótulos y registros detallados en fichas.

- **Distribución de la alimentación en cada tratamiento**

La alimentación será suministrada dos veces al día. Para cada tratamiento, se pesarán las raciones y se administrarán en las jaulas correspondientes.

- **Suministro de agua**

El agua suministrada a los pollos se renovó constantemente para asegurar su limpieza y frescura durante toda la etapa experimental.

- **Manejo de cortinas y control de temperatura**

Para el control de la temperatura, se instalaron cortinas que ayudaron a mantener el calor dentro del galpón, protegiendo a los pollitos del frío exterior y minimizando los malos olores. La temperatura se ajustó de acuerdo con las necesidades de cada etapa de crecimiento.

- **Formulación de la dieta**

La formulación de la dieta se adecuó a los requerimientos nutricionales de los pollos en las fases de inicio y crecimiento, de acuerdo con cada tratamiento experimental. Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: Se aplicará butirato al 1%
T2: Se aplicará butirato de sodio al 1.25%
T3: Se aplicará butirato de sodio al 1.5%.
T4: Testigo sin butirato de sodio

- **Calendario de inmunización**

Las vacunas se aplicaron siguiendo el esquema establecido: en el día 1 se administraron las vacunas contra Bronquitis Infecciosa y Gumboro; en el día 5 se repitió la vacuna contra Bronquitis Infecciosa; el día 7 se aplicó la vacuna contra New Castle; en el día 11 se realizó una segunda aplicación de la vacuna contra Gumboro; y finalmente, en el día 21 se administró una segunda dosis contra New Castle.

3.2.7. Análisis de datos

Se procedió al análisis integral de las variables productivas y sanitarias del estudio, las cuales incluyeron: peso corporal, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, estado de la salud intestinal y análisis económico.

Para tal efecto, la información obtenida durante el periodo experimental fue registrada de manera sistemática en una base de datos digital, empleando el software estadístico Infostat, lo que permitió una adecuada organización y procesamiento de los datos.

Posteriormente, se aplicó un análisis estadístico descriptivo, mediante la elaboración de cuadros de frecuencia, medidas de tendencia central y porcentajes, los cuales fueron representados gráficamente para facilitar la interpretación de los resultados.

Con el fin de determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA). Cuando el ANOVA mostró diferencias significativas ($p < 0,05$), se procedió a aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey, con un nivel de significancia del 5%, para identificar específicamente entre qué tratamientos se presentaron dichas diferencias.

CAPÍTULO IV

4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 6

Resultado prueba de Tukey variable Peso inicial (gr).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	(x̄)
T1 (g)	43,5	43,4	44,35	44,9	44,04
T2 (g)	44,16	43,22	44,92	44,92	44,31
T3 (g)	42,04	43,18	42,66	43,32	42,8
T4 (g)	43,04	44,04	42,54	43,24	43,22

Nota:

T1 = A1B1: dieta con 1 % de butirato de sodio

T2 = A1B2: dieta con 1,25 % de butirato de sodio

T3 = A1B3: dieta con 1,5 % de butirato de sodio

T4 = A1B4: tratamiento testigo, sin inclusión de butirato de sodio.

Figura 1

Resultados de Peso corporal inicial de pollos Broilers.

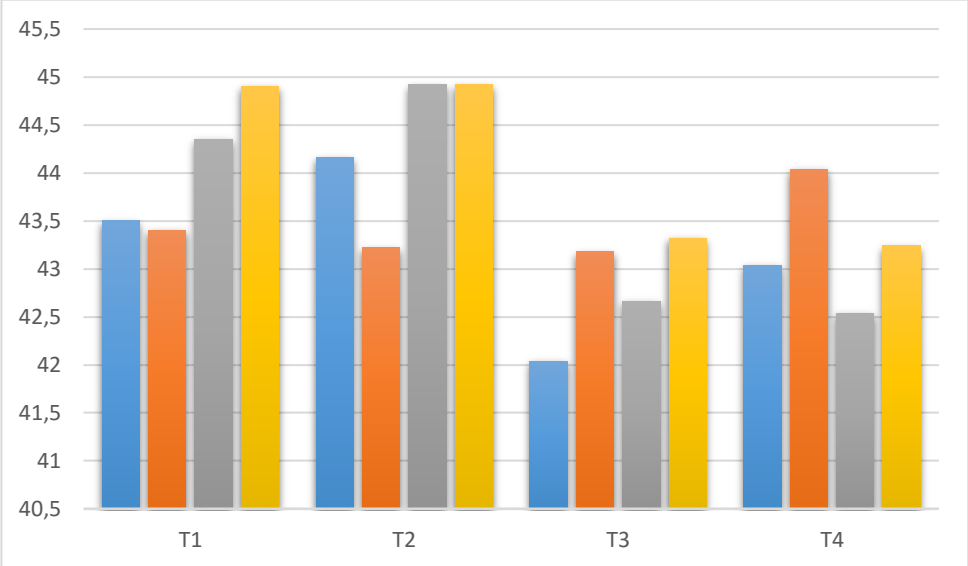


Tabla 7

Anova Peso inicial

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	147,67	3	49,22	6,23	0,0004
Tratan	147,67	3	49,22	6,23	0,0004
Error	3130,07	396	7,9		
Total	3277,74	399			

El peso inicial promedio de las aves fue de 43,59 g, con un coeficiente de variación (CV) de 6,45%, lo que refleja una adecuada homogeneidad inicial entre los grupos experimentales. Aunque se observaron ligeras diferencias en el peso inicial, estas no fueron significativas (P>0,05), evidenciando que los animales fueron distribuidos de forma equitativa entre tratamientos.

(Cevallos, 2024) en su investigación sobre "Butirato de sodio en alimentación de pollos de engorde de la línea genética ross 308" reporto un peso promedio inicial de 48,26 g.

En cuanto al resultado obtenido por Cevallos, K. determino un peso inicial superior, se establece que el factor principal que influyo en esta variable fue las diferencias en las líneas genéticas como es la línea ROSS 308 implementadas en su estudio a diferencia de la expuesta que fue la línea COBB 500.

Tabla 8

Resultado prueba de Tukey variable Peso día 7

Tratamiento	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**($\bar{x}$)**
T1 (g)	168,96	185,8	188,6	212	188,84
T2 (g)	170,36	168,24	154,64	156,84	162,52
T3 (g)	170,84	171,52	174,48	166,08	170,73
T4 (g)	168,84	163,28	145,08	140,24	154,36

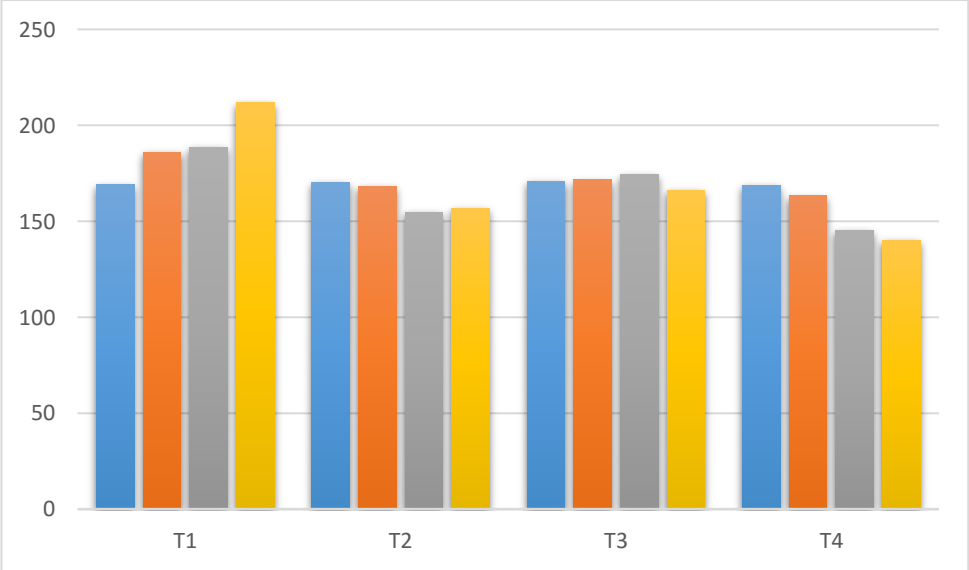
Tabla 9

Anova Peso día 7

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	65288,79	3	21762,93	33,02	<0,0001
Tratan	65288,79	3	21762,93	33,02	<0,0001
Error	261011,15	396	659,12		
Total	326299,94	399			

Figura 2

Peso día 7



En el día 7, se registró un incremento general del peso, alcanzando un promedio de 169,11 g. El tratamiento T1 mostró el mayor valor 188,84 g mientras que T4 obtuvo el menor 154,36 g. Las diferencias fueron estadísticamente significativas (P<0,05), indicando un efecto del tratamiento sobre el crecimiento temprano.

(Camero, 2022) en su investigación sobre el "Efecto del uso de diferentes niveles de butirato sobre parámetros: zootécnicos, histopatológicos y mediciones alométricas en pollos de engorde a diferentes edades" el peso en la primera semana promedio fue de 109,26 g.

En comparación con los resultados obtenidos por Camero, se determinó un peso inferior. Se establece que el principal factor que influyó en esta variable fue el tipo de alimentación aplicada en la investigación, destacando que el valor nutricional del balanceado es fundamental durante los primeros días de vida del ave.

Tabla 10

Resultado prueba de Tukey variable Peso día 14

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	(x̄)
T1 (g)	433,88	444,04	424,24	442,48	436,16
T2 (g)	431,36	433,88	422,36	427,68	428,82
T3 (g)	433,88	433,88	409,24	394,24	417,81
T4 (g)	433,88	433,88	414,2	446,6	432,14

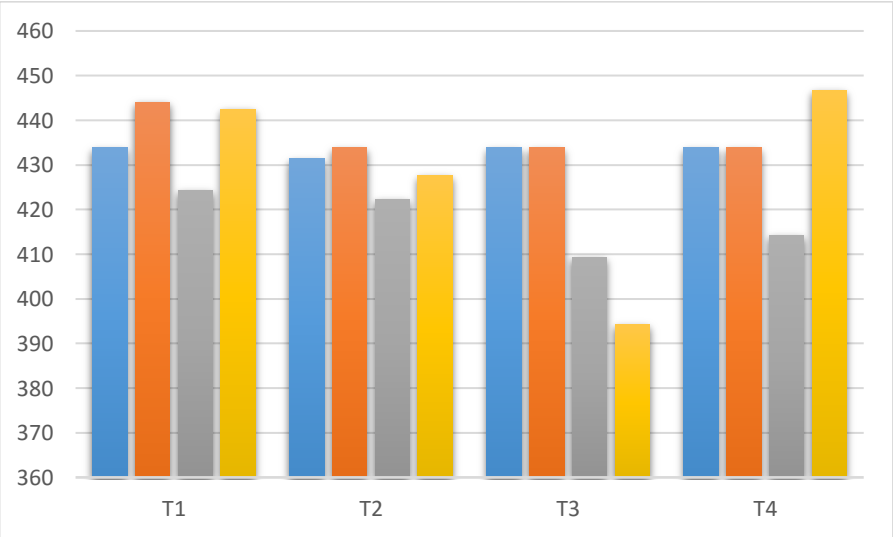
Tabla 11

Anova Peso día 14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31304,05	3	10434,68	4,7	0,0031
Tratam	31304,05	3	10434,68	4,7	0,0031
Error	879979,54	396	2222,17		
Total	911283,59	399			

Figura 3

Peso día 14



Para el día 14, el peso promedio fue de 426,11 g, observándose nuevamente superioridad en el tratamiento T1 (436,16 g) y T4 (432,14 g), sin diferencias estadísticas entre ellos, pero sí con respecto a T3 (417,81 g), que presentó el menor valor (P<0,05). El CV de 11,06% sugiere una variabilidad moderada en los resultados.

(Izurieta, 2024) en su investigación sobre la "Evaluación del butirato de sodio sobre los índices productivos y morfometría de las vellosidades intestinales en pollos de engorde" reporto un peso promedio en la segunda semana de vida de sus aves de 326,58 g.

En contraste al resultado obtenido por Izurieta, S. se determinó un peso inferior, establece que el factor principal que influyo en esta variable fue las diferencias en la nutrición, bioseguridad, y tipo de alojamiento, aplicación en cada investigación.

Tabla 12

Resultado prueba de Tukey variable Peso día 21

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	($\bar{x}$)
T1 (g)	876,4	884,08	863,84	872,08	874,1
T2 (g)	840,56	843,44	824,24	862,96	842,8
T3 (g)	791,16	819,12	808,76	815,68	808,68
T4 (g)	841,72	818,44	839,92	843,12	835,8

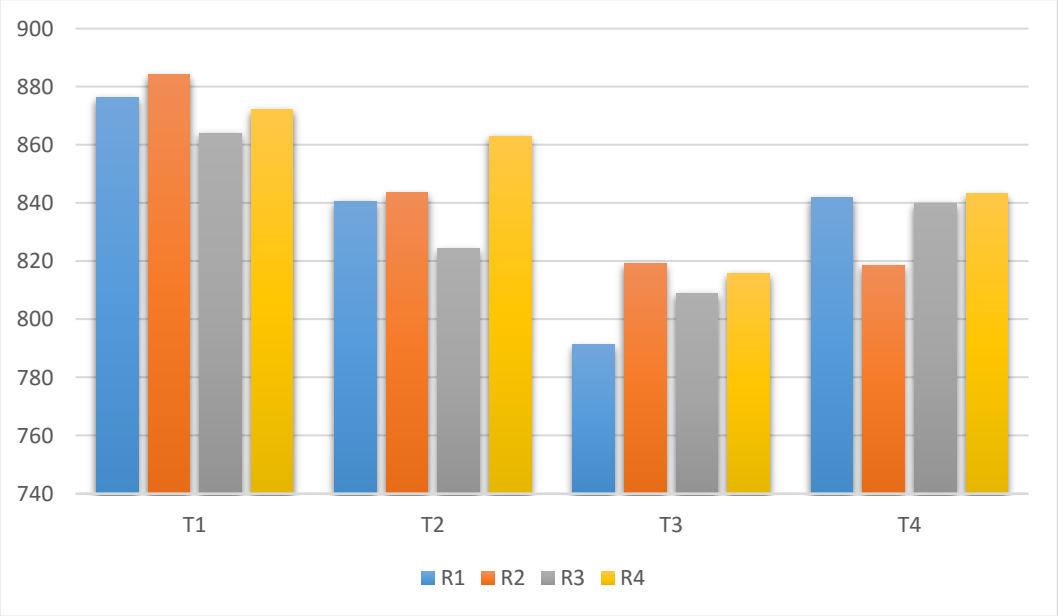
Tabla 13

Anova *Peso día 21*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	216875,63	3	72291,88	7,36	0,0001
Tratan	216875,63	3	72291,88	7,36	0,0001
Error	3887580,76	396	9817,12		
Total	4104456,39	399			

Figura 4

Peso día 21



En el día 21, el promedio general aumentó a 840,35 g. El tratamiento T1 obtuvo el mayor peso 874,1 g, seguido de T2 (842,8 g) y T3 (808,68 g), sin diferencias marcadas entre estos dos últimos, mientras que T4 (835,8 g) fue el menor.

(Castaño et al., 2023), en su investigación titulada *"*Butirato de sodio protegido con grasa en la dieta de pollos de engorde*"*, reportaron que el peso promedio obtenido durante la tercera semana fue de 906,75 g, evidenciando un crecimiento óptimo en comparación con otros tratamientos. En contraste con los resultados del presente estudio, se observó que el valor obtenido por Castaño y sus colaboradores fue superior, lo que sugiere que el modo de incorporación del butirato de sodio, directamente en la preparación del pienso, tuvo un efecto positivo sobre la ganancia de peso.

Este método de inclusión favorece una liberación más eficiente del aditivo a nivel intestinal, mejorando la absorción de nutrientes y el aprovechamiento energético del alimento, factores determinantes para alcanzar un desempeño productivo sobresaliente.

Tabla 14

Resultado prueba de Tukey variable Peso día 28

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	(x̄)
T1 (g)	1306,12	1327	1321,64	1268,56	1305,83
T2 (g)	1213,4	1319,56	1264,76	1306,12	1275,96
T3 (g)	1138,8	1173,96	1197,4	1065,84	1144
T4 (g)	1142,36	1169,8	1162,32	1202,24	1169,18

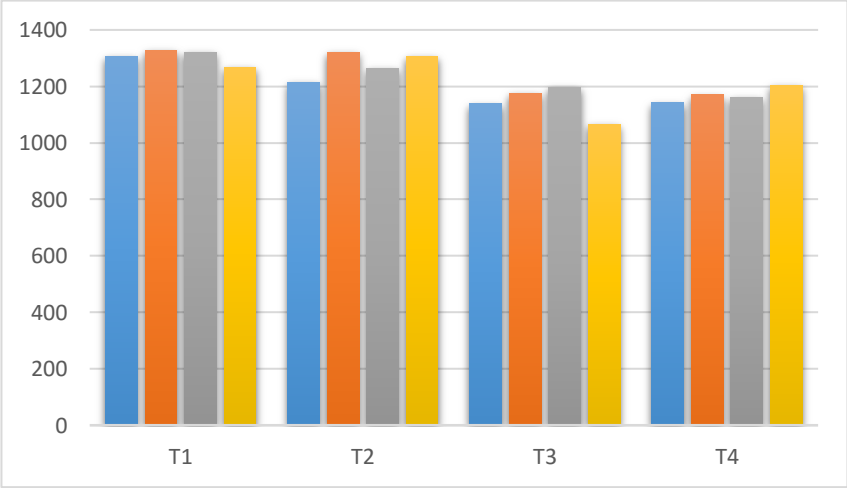
Tabla 15

Peso día 28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1657503,49	3	552501,16	19,94	<0,0001
Tratam	1657503,49	3	552501,16	19,94	<0,0001
Error	10974790,3	396	27714,12		
Total	12632293,8	399			

Figura 5

Peso día 28



Al día 28 de evaluación, se evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05) en el peso corporal promedio de las aves. El tratamiento T1 presentó el mayor peso promedio (1305,83 g), confirmando un mejor desempeño productivo frente a los demás grupos. Le siguió el tratamiento T2, con un valor

promedio de 1275,96 g, mostrando también un efecto positivo, aunque ligeramente inferior al T1. En contraste, los tratamientos T4 (1169,18 g) y T3 (1144 g) registraron los pesos más bajos, lo que indica una menor eficiencia en la ganancia de peso durante el periodo experimental. Estos resultados reflejan que los tratamientos T1 y T2 favorecieron significativamente el crecimiento de las aves en comparación con T3 y T4.

Por su parte, Bedford (2020) en su estudio titulado "Implicaciones del butirato y sus derivados en la salud intestinal y la producción animal", reportó un peso promedio de 1566,25 g al día 28, evidenciando un crecimiento superior en comparación con el presente experimento. Esta diferencia puede atribuirse principalmente al manejo experimental y las condiciones específicas de cada estudio, tales como la dosis, tipo y forma de administración del butirato, así como al ambiente y la formulación del alimento, factores que influyen directamente en el desempeño productivo y la respuesta fisiológica de las aves.

Tabla 16

Ganancia de peso semana 1

Tratamiento	R1 (g)	R2 (g)	R3 (g)	R4 (g)	($\bar{x}$)
T1 – Día 7	168,96	185,8	188,6	212	188,84
T1 – Peso Inicial	43,5	43,4	44,35	44,9	44,0375
T1 – GP1	125,46	142,4	144,25	167,1	144,8025
T2 – Día 7	170,36	168,24	154,64	156,84	162,52
T2 – Peso Inicial	44,16	43,22	44,92	44,92	44,305
T2 – GP1	126,2	125,02	109,72	111,92	118,215
T3 – Día 7	170,84	171,52	174,48	166,08	170,73
T3 – Peso Inicial	42,04	43,18	42,66	43,32	42,8
T3 – GP1	128,8	128,34	131,82	122,76	127,93
T4 – Día 7	168,84	163,28	145,08	140,24	154,36
T4 – Peso Inicial	43,04	44,04	42,54	43,24	43,215
T4 – GP1	125,8	119,24	102,54	97	111,145

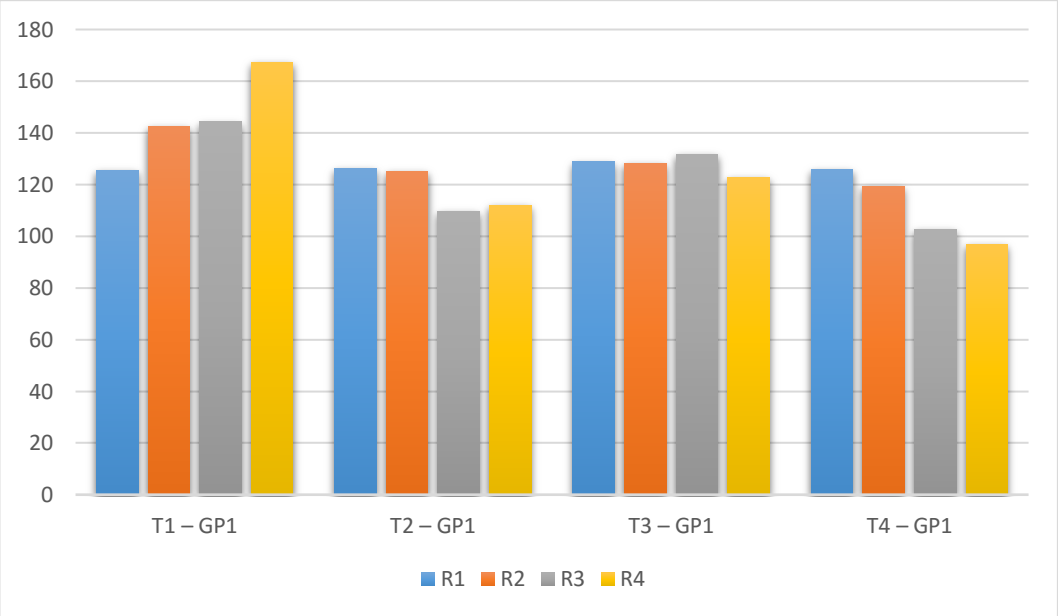
Tabla 17

Anova ganancia de peso semana 1

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	63760,72	3	21253,57	31,97	<0,0001
Tratam	63760,72	3	21253,57	31,97	<0,0001
Error	263245,2	396	664,76		
Total	327005,93	399			

Figura 6

Ganancia peso semana 1



Durante la primera ganancia de peso (GP1), se registraron diferencias significativas entre tratamientos (P<0,05). El tratamiento T1 mostró la mayor ganancia promedio (144,80 g), seguido por T3 (127,93 g), mientras que T2 (118,22 g) y T4 obtuvo el valor más bajo de (111,15 g). El coeficiente de variación (20,59%) indicó una variabilidad aceptable en esta etapa inicial.

Por su parte, Montejo et al. (2020), en su investigación titulada *"*Efecto del uso de diferentes niveles de butirato sobre parámetros zootécnicos, histopatológicos y mediciones alométricas en pollos de engorde a diferentes edades*"*, reportaron una ganancia de peso de 112 g en el periodo inicial. En contraste con estos resultados, el presente estudio evidenció un valor superior, lo cual podría atribuirse

principalmente a diferencias genéticas entre las líneas de aves utilizadas y al piso altitudinal, factores que influyen de manera directa en el metabolismo, la conversión alimenticia y, por ende, en la ganancia de peso.

Tabla 18

Ganancia de peso semana 2

Tratamiento	R1 (g)	R2 (g)	R3 (g)	R4 (g)	(x̄)
T1 – Día 14	433,88	444,04	424,24	442,48	436,16
T1 – Día 7	168,96	185,8	188,6	212	188,84
T1 – GP2	264,92	258,24	235,64	230,48	247,32
T2 – Día 14	431,36	433,88	422,36	427,68	428,82
T2 – Día 7	170,36	168,24	154,64	156,84	162,52
T2 – GP2	261	265,64	267,72	270,84	266,3
T3 – Día 14	433,88	433,88	409,24	394,24	417,81
T3 – Día 7	170,84	171,52	174,48	166,08	170,73
T3 – GP2	263,04	262,36	234,76	228,16	247,08
T4 – Día 14	433,88	433,88	414,2	446,6	432,14
T4 – Día 7	168,84	163,28	145,08	140,24	154,36
T4 – GP2	265,04	270,6	269,12	306,36	277,78

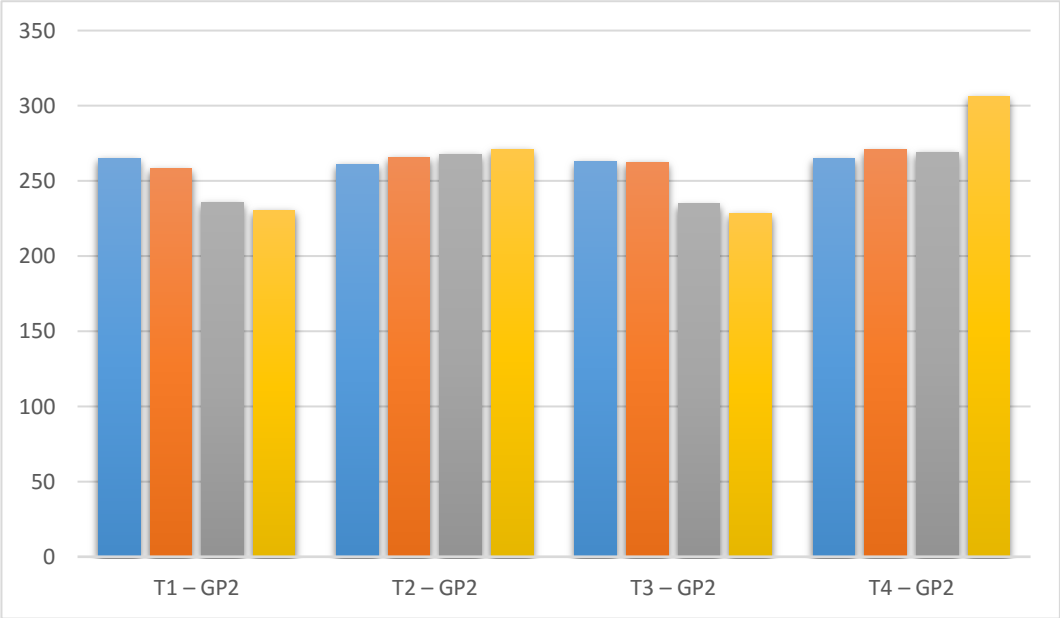
Tabla 19

Anova ganancia de peso semana 2

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21848,63	3	7282,88	2,52	0,0575
tratam	21848,63	3	7282,88	2,52	0,0575
Error	1143544,35	396	2887,74		
Total	1165392,98	399			

Figura 7

Ganancia de peso semana 2



En la ganancia de peso 2 (GP2) se evidenció un cambio en la tendencia respecto al periodo anterior, donde el tratamiento T4 alcanzó la mayor ganancia promedio (277,78 g), seguido por T2 (266,30 g) y T1 (247,32 g), sin diferencias estadísticas significativas entre ambos. El tratamiento T3 (247,08 g) presentó la menor ganancia promedio. Este comportamiento sugiere una respuesta favorable del T4 durante la segunda fase de crecimiento, reflejando una mejor adaptación y aprovechamiento del suplemento aplicado.

Por su parte, Cevallos (2024), en su investigación titulada *"Butirato de sodio en la alimentación de pollos de engorde de la línea genética Ross 308"*, reportó una ganancia de peso promedio de 206 g en el mismo periodo. En comparación con los resultados del presente estudio, se observa que Cevallos obtuvo un valor inferior, lo que puede atribuirse principalmente a las diferencias en las líneas genéticas utilizadas, las cuales presentan variaciones en el metabolismo, la eficiencia alimenticia y la respuesta fisiológica frente a la suplementación con butirato de sodio.

Tabla 20

Ganancia de peso semana 3

Tratamiento	R1 (g)	R2 (g)	R3 (g)	R4 (g)	(x̄)
T1 – Día 21	876,4	884,08	863,84	872,08	874,1
T1 – Día 14	433,88	444,04	424,24	442,48	436,16
T1 – GP3	442,52	440,04	439,6	429,6	437,94
T2 – Día 21	840,56	843,44	824,24	862,96	842,8
T2 – Día 14	431,36	433,88	422,36	427,68	428,82
T2 – GP3	409,2	409,56	401,88	435,28	413,98
T3 – Día 21	791,16	819,12	808,76	815,68	808,68
T3 – Día 14	433,88	433,88	409,24	394,24	417,81
T3 – GP3	357,28	385,24	399,52	421,44	390,87
T4 – Día 21	841,72	818,44	839,92	843,12	835,8
T4 – Día 14	433,88	433,88	414,2	446,6	432,14
T4 – GP3	407,84	384,56	425,72	396,52	403,66

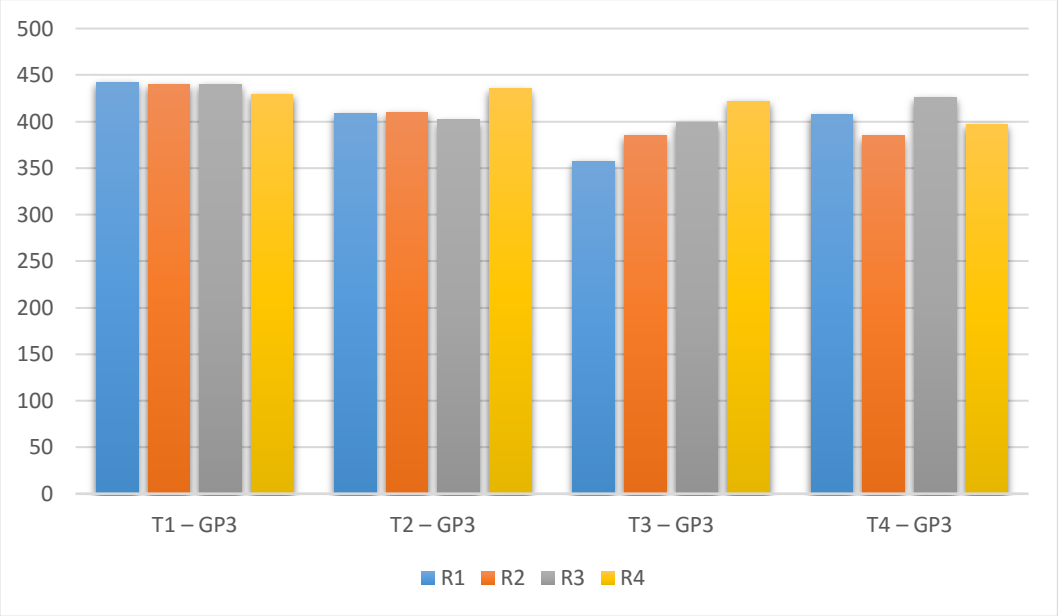
Tabla 21

Anova ganancia de peso semana 3

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	162282,02	3	54094,01	4,68	0,0032
tratam	162282,02	3	54094,01	4,68	0,0032
Error	4581640,94	396	11569,8		
Total	4743922,96	399			

Figura 8

Ganancia de peso semana 3



Durante la ganancia de peso entre los días 14 y 21 (GP3), el tratamiento T1 presentó la mayor ganancia promedio (437,94 g) y el mayor peso al día 21, seguido por T2 (413,98 g) y T4 (403,66 g). El tratamiento T3 registró la menor ganancia (390,87 g), evidenciando un menor desempeño en esta fase.

Por su parte, Izurieta (2024), en su estudio titulado “Evaluación del butirato de sodio sobre los índices productivos y morfometría de las vellosidades intestinales en pollos de engorde”, reportó una ganancia de peso promedio de 490 g durante un periodo comparable. En contraste con los resultados obtenidos en el presente estudio, Izurieta registró valores superiores, lo cual podría deberse a diferencias en los programas nutricionales, las condiciones de bioseguridad y el tipo de alojamiento empleados. Estos factores influyen directamente en el desarrollo intestinal, la absorción de nutrientes y la eficiencia alimenticia, determinando así la magnitud de la respuesta productiva observada.

Tabla 22

Ganancia de peso semana 4

Tratamiento	R1 (g)	R2 (g)	R3 (g)	R4 (g)	($\bar{x}$)
T1 – Día 28	1306,12	1327	1321,64	1268,56	1305,83
T1 – Día 21	876,4	884,08	863,84	872,08	874,1
T1 – GP4	429,72	442,92	457,8	396,48	431,73
T2 – Día 28	1213,4	1319,56	1264,76	1306,12	1275,96
T2 – Día 21	840,56	843,44	824,24	862,96	842,8
T2 – GP4	372,84	476,12	440,52	443,16	433,16
T3 – Día 28	1138,8	1173,96	1197,4	1065,84	1144
T3 – Día 21	791,16	819,12	808,76	815,68	808,68
T3 – GP4	347,64	354,84	388,64	250,16	335,32
T4 – Día 28	1142,36	1169,8	1162,32	1202,24	1169,18
T4 – Día 21	841,72	818,44	839,92	843,12	835,8
T4 – GP4	300,64	351,36	322,4	359,12	333,38

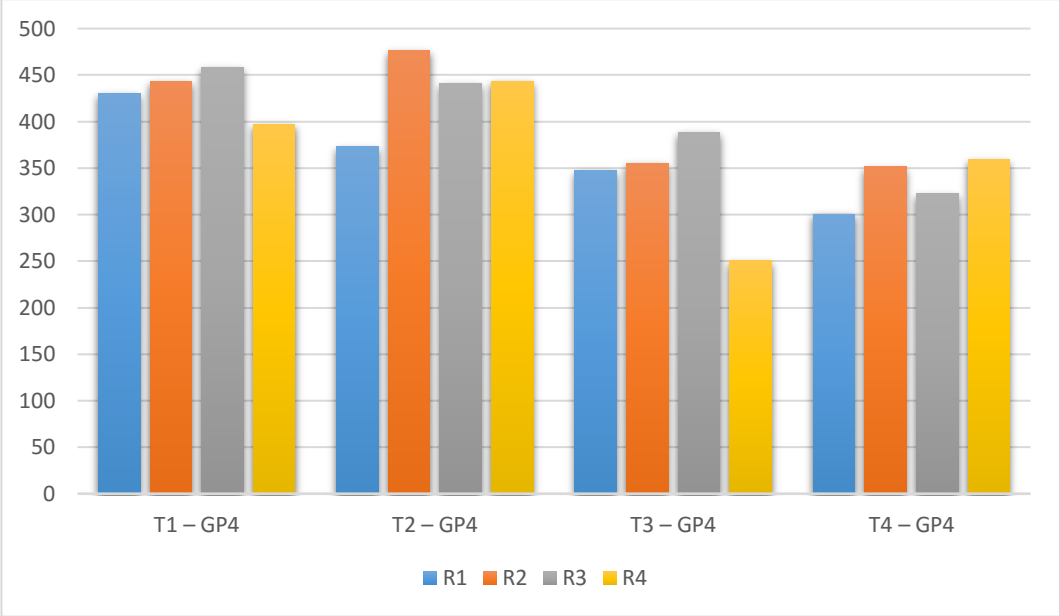
Tabla 23

Anova ganancia de peso semana 4

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	744632,62	3	248210,87	6,27	0,0004
tratam	744632,62	3	248210,87	6,27	0,0004
Error	15683880,8	396	39605,76		
Total	16428513,4	399			

Figura 9

Ganancia de peso semana 4



Durante la ganancia de peso final entre los días 21 y 28 (GP4), se observaron diferencias en el desempeño productivo entre tratamientos. El tratamiento T2 registró la mayor ganancia promedio (433,16 g), seguido muy de cerca por T1 (431,73 g), lo que se reflejó en los mayores pesos alcanzados al día 28. En contraste, los tratamientos T3 (335,32 g) y T4 (333,38 g) presentaron las menores ganancias, evidenciando un menor crecimiento en esta fase final.

De manera comparativa, Camero (2022), en su investigación titulada “Butirato en pollos: impacto y eficiencia”, reportó una ganancia de peso promedio de 660 g durante un periodo equivalente. En relación con los resultados del presente estudio, Camero obtuvo un valor superior, lo que podría atribuirse principalmente a diferencias en la aplicación y dosificación del butirato de sodio utilizadas en cada investigación. La concentración del aditivo, su forma de incorporación al alimento y la frecuencia de administración son factores determinantes que influyen directamente en la eficiencia del metabolismo energético y en la respuesta productiva final de las aves.

Tabla 24

Consumo de alimento total

Tratamiento	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
T1 (g)	15760	36440	61870	90360
T2 (g)	15680	36410	61500	89860
T3 (g)	15640	35950	62450	89360
T4 (g)	16140	37360	61950	90340

Nota:

T1 = A1B1: dieta con 1 % de butirato de sodio

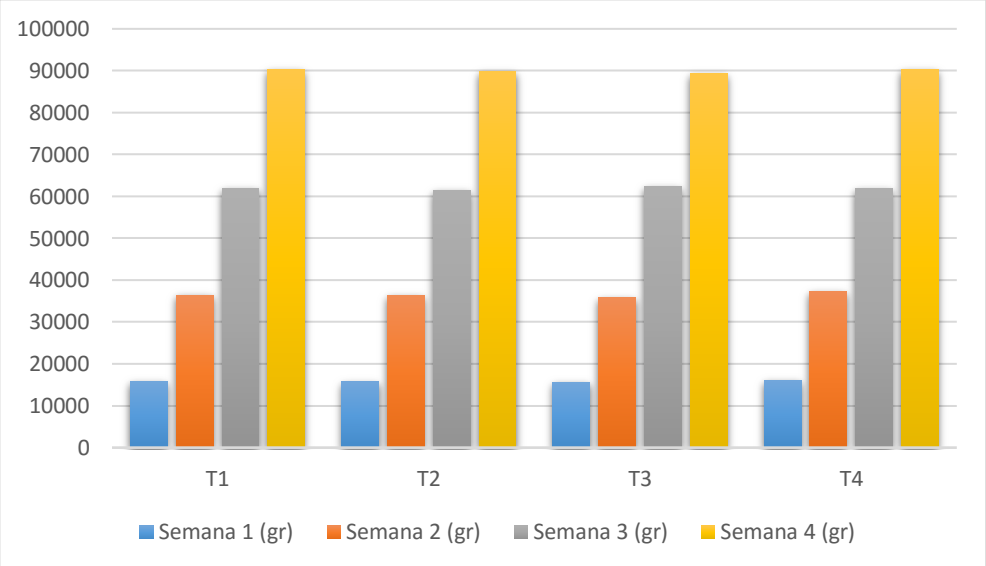
T2 = A1B2: dieta con 1,25 % de butirato de sodio

T3 = A1B3: dieta con 1,5 % de butirato de sodio

T4 = A1B4: tratamiento testigo, sin inclusión de butirato de sodio

Figura 10

Consumo de alimento total



El consumo de alimento mostró un incremento progresivo en todos los tratamientos a lo largo de la investigación . En T1, el consumo pasó de 15760 g en la Semana 1 a 90360 gr en la Semana 4, evidenciando un aumento sostenido. De forma similar, T2 presentó valores de 15680 gr a 89860 gr, mientras que T3 incrementó de 15640 gr a 89360 g. Por su parte, T4 registró los mayores consumos en la mayoría de las semanas, iniciando con 16140 g y alcanzando 90340 g en la Semana 4. En general,

aunque T4 mostró ligeramente mayor consumo, las diferencias entre tratamientos fueron reducidas, indicando una ingesta uniforme y adecuada del alimento durante todo el periodo experimental.

Por su parte, Montejo et al. (2020), en su investigación titulada *"*Efecto del uso de diferentes niveles de butirato sobre parámetros zootécnicos, histopatológicos y mediciones alométricas en pollos de engorde a diferentes edades*"*, se observaron diferencias estadísticas significativas en el consumo de alimento entre tratamientos. Por tanto, los hallazgos de la presente investigación son consistentes con lo expuesto por Montejo et al. (2020), al evidenciar que el crecimiento progresivo del consumo alimenticio responde al desarrollo fisiológico de las aves y no al nivel de suplementación. Esto sugiere que el uso del butirato, en las concentraciones evaluadas, mantiene un equilibrio adecuado entre la salud intestinal y la eficiencia alimentaria, sin generar efectos adversos sobre la ingesta total de alimento.

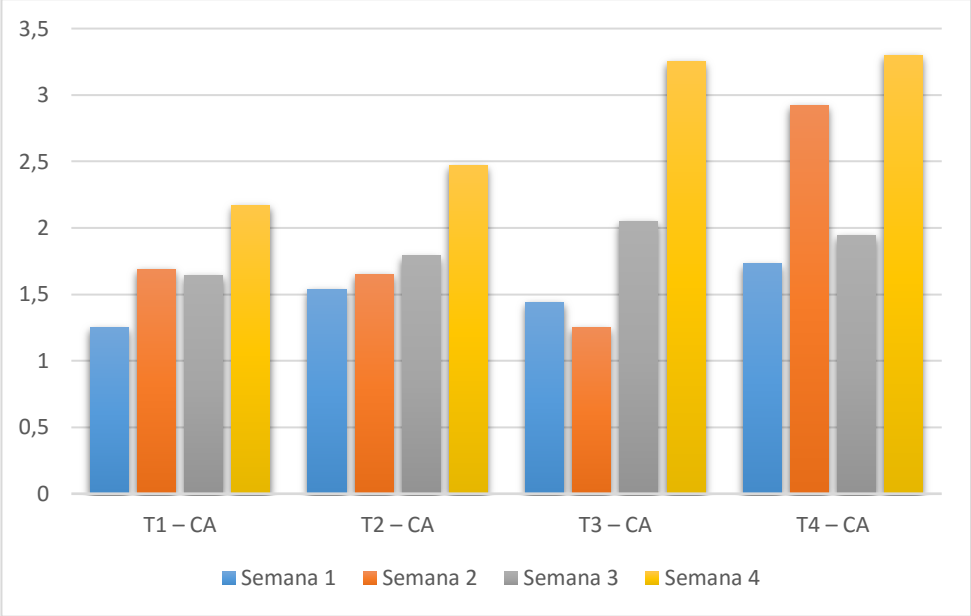
Tabla 25

Conversión alimenticia

Tratamiento	Semana 1 (g)	Semana 2 (g)	Semana 3 (g)	Semana 4 (g)	($\bar{x}$)
T1 – CA	15763,64	36440,91	61872,73	90363,64	51110,23
T1 – GPT	12597,60	21516,84	37662,84	41710,00	28371,82
T1 – CA	1,25	1,69	1,64	2,17	1,69
T2 – CA	15681,82	36409,09	61500,00	89863,64	50863,64
T2 – GPT	10166,92	22102,90	34360,34	36385,44	25753,90
T2 – CA	1,54	1,65	1,79	2,47	1,86
T3 – CA	15636,36	35954,55	62454,55	89363,64	50852,28
T3 – GPT	10874,05	28807,64	30487,86	27496,24	24416,45
T3 – CA	1,44	1,25	2,05	3,25	2,00
T4 – CA	16136,36	37363,64	61954,55	90340,91	51448,87
T4 – GPT	9336,60	12811,88	31868,84	27337,16	20338,62
T4 – CA	1,73	2,92	1,94	3,30	2,47

Figura 11

Conversión alimenticia



La conversión alimenticia (CA) mostró diferencias entre los tratamientos: T1 fue el más eficiente con un promedio de 1,69, aprovechando mejor el alimento para ganar peso; T2 presentó buena eficiencia con 1,86, ligeramente inferior a T1; T3 tuvo una conversión moderada de 2,00, necesitando más alimento por unidad de peso ganado; mientras que T4 fue el menos eficiente con 2,47, consumiendo más alimento pero transformándolo en peso de manera menos efectiva.

(Castaño et al., 2023) en su investigacion sobre "El suministro de diferentes niveles de butirato de sodio protegido con grasa" no produjo diferencias significativas en el índice de conversión alimenticia ($p>0.05$), aunque el nivel de 7% mostró una ligera mejora en la eficiencia durante la primera semana. En general, los valores de conversión aumentaron con la edad de las aves, reflejando el mayor consumo y menor ganancia relativa de peso.

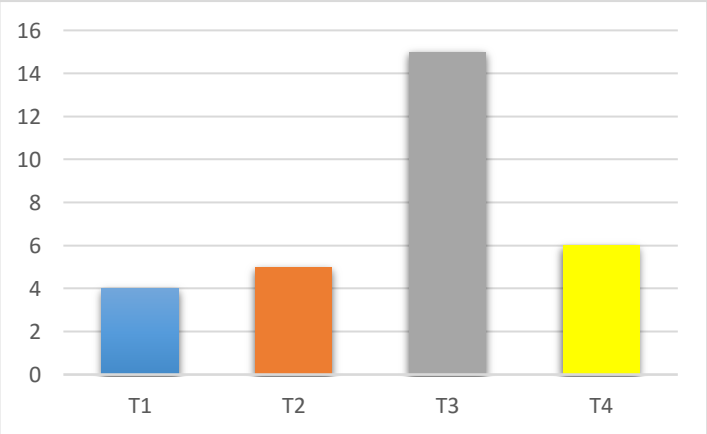
Tabla 26

Mortalidad

Tratamiento	S1				S2				S3				S4				(Σ)
Repeticiones	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4	
T1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	4
T2	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
T3	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	5	0		2	2	0	15
T4	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	6
Total	6				11				8				5				30

Figura 12

Mortalidad



El análisis de mortalidad evidencia diferencias notables entre los tratamientos evaluados. En total, se registraron 30 aves muertas durante el periodo experimental, con una distribución variable según el nivel de inclusión del butirato de sodio.

El Tratamiento 3 (1,5% de butirato) presentó la mayor mortalidad (15 aves), concentrándose principalmente en las semanas 2, 3 y 4, lo que sugiere que una dosis elevada de butirato pudo generar desequilibrios digestivos o una menor adaptación fisiológica. En contraste, el Tratamiento 1 (1% de butirato) y el Tratamiento 2 (1,25% de butirato) mostraron una mortalidad considerablemente menor (4 y 5 aves, respectivamente), reflejando una mejor tolerancia y estabilidad intestinal en estos niveles de inclusión.

El Tratamiento 4 (control, 0%) registró una mortalidad intermedia (6 aves), lo cual confirma que la ausencia del aditivo no favorece la salud general del lote. En conjunto, los resultados indican que la suplementación con butirato de sodio en concentraciones entre 1% y 1,25% contribuye a reducir la mortalidad y mejorar el bienestar de las aves, mientras que dosis más altas (1,5% de butirato) son contraproducentes para la supervivencia y la estabilidad productiva.

Camero (2022), en su investigación titulada “Butirato en pollos: impacto y eficiencia”, reporto una mortalidad total de 40 aves durante un periodo equivalente. En relación con los resultados del presente estudio, Camero obtuvo un valor superior estas muertes se dieron por falta de ventilación, estrés y efecto adverso del butirato hacia las aves.

Tabla 27

Evaluación día 21 HTS repetición 1 y 2

Parámetros	**Valor Referencial**	T1 (1% Butirato de sodio)		T2 (1.25% Butirato de sodio)		T3 (1.50 % Butirato de sodio)		T4 Testigo	
		R1	**R2**	**R1**	**R2**	**R1**	**R2**	**R1**	**R2**
Peso (g)		939	788	1040	973	880	851	807	824
Color de piernas	0-4	1	1	2	1	3	2	2	3
Aerosaculitis	0-3	1	2	1	1	1	1	2	1
Alphitobius diaperinus	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Comedero de cama	0-4	0	1	0	0	0	0	1	0
Eimeria acervulina	0-4	1	2	1	1	2	1	3	2
Eimeria maxima	0-4	0	0	0	0	0	0	0	0
Eimeria tenella	0-4	0	1	1	0	1	2	3	1
Tono intestinal	0-1	1	0	1	0	1	1	1	1
Intestinos adelgazados	0-1	0	0	0	0	0	0	1	0
Intestinos engrosados	0-1	1	1	0	0	0	0	0	0
Exceso de fluido intestinal	0-1	0	0	1	0	1	1	1	1
Exceso de moco intestinal	0-1	1	1	0	1	1	0	1	1
Descamación celular	0-3	0	0	1	0	0	0	1	0
Hiperemia	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemorragia intestinal	0-1	0	0	0	0	0	0	1	1
Enteritis necrótica	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Exceso de bilis	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasaje de alimento	0-1	0	1	0	0	0	0	0	1

La evaluación HTS permitió analizar de forma integral la condición intestinal y el estado sanitario de las aves a los 21 días, considerando parámetros macroscópicos como la apariencia de las mucosas, la presencia de lesiones, el tono intestinal, el exceso de moco o fluidos, y la manifestación de coccidiosis (*Eimeria spp*.).

Los resultados muestran una clara influencia positiva del butirato de sodio en la salud intestinal de los pollos. En los tratamientos con inclusión del aditivo (T1, T2), las puntuaciones de daño intestinal fueron menores en comparación con el tratamiento T3 y testigo (T4), evidenciando mejor integridad de la mucosa intestinal y menor incidencia de lesiones coccidianas.

El Tratamiento 2 (1.25% de butirato de sodio) destacó como el de mejor respuesta intestinal, con mínimos signos de inflamación o daño (*Eimeria acervulina* y E. tenella en grados leves), buena coloración de piernas y adecuado tono intestinal. Además, registró los mayores pesos promedio (1040 y 973 g), lo que refleja una óptima absorción de nutrientes y eficiencia metabólica.

En el Tratamiento 3 (1.50%), las aves tuvieron daños estructurales evidentes comenzando con la coloración de las patas de las aves siendo un factor donde se demuestra la asimilación de la alimentación en contraste con el T1 o T2 valores bajos donde hay una asimilación adecuada del alimento y con respecto a exceso de moco se evidencia el daño estructural y se evidencia que en dosis altas puede ser contraproducente.

Por el contrario, el Tratamiento 4 (sin butirato) evidenció mayores alteraciones intestinales, como aumento de *Eimeria tenella* (3 de 4) uno de los valores más altos, hemorragia intestinal leve, aerosaculitis y presencia de intestinos adelgazados. Esto demuestra una mayor susceptibilidad a infecciones entéricas y una menor capacidad de respuesta inmunológica, reflejándose en pesos más bajos (807–824 g).

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Ortiz et al. (2022), quienes en su estudio titulado *"*Efecto del butirato de sodio sobre el rendimiento productivo y la morfología intestinal en pollos de engorde Ross 308*"*, determinaron que la inclusión de 1 a 1,25% de butirato de sodio en la dieta mejora la altura de las

vellosidades intestinales y la relación vellosidad/cripta, reduce la presencia de enteritis y erosiones mucosas, y favorece la asimilación de nutrientes, incrementando significativamente el peso vivo y la conversión alimenticia. Según los autores, el butirato actúa como fuente energética directa para los enterocitos, estimula la proliferación celular intestinal y modula la microbiota, reduciendo la colonización de *Eimeria spp.* y *Clostridium spp.*

En conjunto, la evidencia experimental sugiere que el uso de butirato de sodio en niveles moderados (1,0–1,25%) promueve la estabilidad estructural y funcional del intestino, mejora el estado sanitario y la absorción de nutrientes, y contribuye al rendimiento productivo y bienestar general de las aves. Por el contrario, la ausencia del aditivo incrementa la susceptibilidad a patologías entéricas y compromete el crecimiento y desempeño zootécnico.

Tabla 28

Evaluación día 28 HTS repetición 3 y 4

Parámetros	**Valor Referencial**	T1 (1% Butirato de sodio)		T2 (1.25% Butirato de sodio)		T3 (1.50 % Butirato de sodio)		T4 Testigo	
		R3	**R4**	**R3**	**R4**	**R3**	**R4**	**R3**	**R4**
Peso (g)		1359	1165	1287	1563	1271	1589	1411	1308
Color de Piernas	0-4	0	1	0	0	3	4	2	2
Aerosaculitis	0-4	0	0	0	1	2	2	3	2
Erosión de la molleja	0-3	0	0	1	0	1	0	1	1
Comedero de cama	0-1	0	0	0	0	0	1	1	1
Eimeria acervulina	0-4	1	1	0	1	1	3	3	2
Eimeria máxima	0-4	0	0	0	0	0	0	1	1
Eimeria Tenella	0-4	1	1	1	2	2	2	3	3
Tono intestinal	0-1	1	0	0	0	1	1	1	1
Intestinos adelgazado	0-1	0	1	0	0	0	0	1	1
Exceso de fluido intestinal	0-1	1	1	0	1	1	0	1	1
Exceso de moco intestinal	0-1	1	1	1	0	1	1	1	1
Descamación celular	0-1	1	0	0	1	0	0	1	0
Hiperemia	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemorragia intestinal	0-3	1	0	1	0	0	1	2	1
Enteritis necrótica	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Exceso de bilis	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasaje de Alimento	0-1	1	0	0	0	0	0	1	1

La evaluación HTS permitió analizar de forma integral la condición intestinal y el estado sanitario de las aves a los 28 días, considerando parámetros macroscópicos como la apariencia de las mucosas, la presencia de lesiones, el tono intestinal, el exceso de moco o fluidos, y la manifestación de coccidiosis (*Eimeria spp*.).

Los resultados evidenciaron una influencia positiva del butirato de sodio en la salud intestinal de los pollos. En los tratamientos con inclusión del aditivo (T1, T2 y T3), las puntuaciones de daño intestinal fueron menores en comparación con el tratamiento testigo (T4), evidenciando mejor integridad de la mucosa intestinal y menor incidencia de lesiones coccidia.

El Tratamiento 1 (1% de butirato de sodio) destacó como el de mejor respuesta intestinal, con mínimos signos de inflamación o daño. El color de piernas: bajo (1 y 4). Aerosaculitis: valores bajos (0-1, Eimeria spp.: En general bajos (0-1), menos hemorragia intestinal (1 y 0), buen tono intestinal y menos descamación celular

Seguido está el tratamiento 2 con (1,25 % de butirato de sodio), obtuvo casi valer similares al T1. Baja incidencia de Eimeria máxima., Baja hemorragia intestinal (0 y 1), Valores bajos en erosión de molleja y pasaje de alimento. indicando que concentraciones moderadas de butirato continúan ofreciendo protección y estabilidad intestinal.

En el Tratamiento 3 (1.50%), las aves mostraron mayor presencia de Eimeria spp. también Mayor hemorragia intestinal y mantuvo Pasaje de alimento. Este nivel mostró una respuesta menos favorable en comparación con el tratamiento T1 Y T2 positiva similar al T2,

Por el contrario, el Tratamiento 4 (sin butirato) evidenció mayores alteraciones intestinales, Menor coloración en piernas (2 y 2), más aerosaculitis (2 y 3), más Eimeria acervulina y Tenella, mayor hemorragia intestinal (2 y 1), peor pasaje de alimento. Por ende, refleja un peso más bajo (1144 g).

Estos hallazgos son consistentes con los resultados reportados por Huerta et al. (2021), quienes en su estudio *"*Efecto del butirato de sodio sobre la morfometría intestinal y la salud entérica en pollos de engorde Ross 308*"* observaron que la

suplementación con 1% de butirato de sodio mejoró significativamente la altura y relación vellosidad/cripta en el yeyuno y el íleon, reduciendo la incidencia de enteritis y lesiones coccidiales. Así mismo, los autores destacaron que dosis intermedias del aditivo favorecen la estabilidad de la microbiota intestinal, incrementando la presencia de bacterias ácido-lácticas benéficas y reduciendo la colonización de patógenos como *Clostridium perfringens*.

Por tanto, se puede concluir que el uso de butirato de sodio en niveles entre 1 y 1,25% optimiza la salud intestinal, reduce la incidencia de coccidiosis y mejora la eficiencia fisiológica del sistema digestivo, mientras que concentraciones más altas podrían generar un efecto adverso o de saturación fisiológica. En conjunto, la evidencia reafirma el papel del butirato de sodio como aditivo funcional clave para mantener la integridad intestinal, el bienestar animal y el desempeño productivo en pollos de engorde.

Tabla 29

Beneficio/costo

Concepto	T1	T2	T3	T4
Número de pollos	88	88	88	88
Balanceado (USD)	426,26	428,99	428,99	427,61
Insumos veterinarios (USD)	13,75	13,75	13,75	13,75
Biológicos (USD)	8,25	8,25	8,25	8,25
Butirato de sodio (USD)	2,06	2,75	3,44	—
Gas (USD)	5,57	5,57	5,57	5,57
Egresos totales (USD)	543,39	546,83	547,53	542,69
Venta de pollos (USD)	522,78	536,53	467,64	508,93
Venta de abono (USD)	41,23	41,23	41,23	41,23
Ingresos totales (USD)	563,75	577,49	508,65	549,86
Relación Beneficio/Costo (B/C)	1,04	1,06	0,93	1,01

La relación beneficio/costo indicó que el tratamiento T2 obtuvo el mayor beneficio económico (B/C = 1,06), lo que representa un retorno de 6 ctvs por cada dólar invertido. Le siguieron T1 (1,04) con un retorno de 4 ctvs, y T4 (1,01) con 1 ctvo por dólar invertido. En contraste, T3 presentó el menor beneficio (B/C = 0,93), reflejando una pérdida de 7 ctvs por cada dólar invertido.

Por su parte, Bedford (2020), en su estudio titulado “Implicaciones del butirato y sus derivados en la salud intestinal y la producción animal”, destaca que el uso adecuado del butirato y sus derivados mejora la salud intestinal, favorece la absorción de nutrientes y, en consecuencia, incrementa los parámetros productivos y la rentabilidad del sistema de producción. En concordancia con ello, los resultados del análisis beneficio/costo del presente estudio evidencian que la inclusión del butirato en la dieta de las aves generó efectos económicos positivos, con un incremento de la rentabilidad estimado entre 3 y 4 centavos de dólar por ave, reflejando una mejora tangible en la eficiencia del sistema productivo.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Los resultados obtenidos a través de los análisis estadísticos muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, especialmente en las variables de ganancia de peso, conversión alimenticia y salud intestinal. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), confirmando que el butirato de sodio sí ejerce un efecto positivo y significativo en los indicadores evaluados.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El uso de butirato de sodio tuvo un efecto positivo en el desempeño productivo y la salud intestinal de los pollos de engorde. Las concentraciones entre 1% y 1,25% mejoraron significativamente el peso final, la conversión alimenticia y la integridad intestinal, demostrando que el butirato es un aditivo eficaz para potenciar el crecimiento y bienestar de las aves durante ambas fases.

- El tratamiento con 1 % de butirato de sodio (T1) registró el mayor peso final (1305,83 gr) y la mejor conversión alimenticia (1,47), evidenciando un desempeño productivo superior. Este comportamiento fue seguido por el tratamiento T2 (1,25 %), que mostró resultados ligeramente inferiores pero aún favorables. En contraste, las dosis más elevadas (1,5 %) y el grupo control presentaron menores rendimientos productivos, lo que indica que el butirato de sodio mejora la eficiencia productiva cuando se utiliza en concentraciones óptimas, mientras que incrementos excesivos no generan beneficios adicionales.

- El butirato de sodio mejoró la integridad intestinal al reducir la inflamación, la descamación epitelial y la presencia de Eimeria spp.. El tratamiento al 1,25% (T2) mostró la mejor respuesta a los 21 días, mientras que el 1% (T1) mantuvo mucosas saludables a los 28 días, evidenciando un efecto protector y regenerador sobre las vellosidades intestinales.

- El uso de butirato de sodio resultó económicamente favorable cuando se aplicó en dosis adecuadas. el Tratamiento 2 presentó el mejor desempeño, alcanzando la mayor relación beneficio/costo (1,06). El Tratamiento 1 también mostró resultados positivos (B/C = 1,04), confirmando que el uso de butirato de sodio en dosis moderadas genera beneficios económicos. En contraste, el Tratamiento 3 resultó no rentable (B/C = 0,93), ya que los ingresos no lograron cubrir los egresos totales, mientras que el Tratamiento 4 se ubicó muy cerca del punto de equilibrio (B/C = 1,01), con un retorno económico mínimo

5.2. RECOMENDACIONES

- Utilizar niveles de inclusión entre 1% y 1,25% de butirato de sodio en las dietas de pollos de engorde, ya que estos porcentajes demostraron los mejores resultados productivos, sanitarios y económicos.
- Mantener condiciones adecuadas de manejo, ventilación y bioseguridad, debido a que la efectividad del aditivo depende también del ambiente y la densidad poblacional.
- Realizar evaluaciones periódicas de la salud intestinal (HTS) para detectar tempranamente desequilibrios y ajustar los niveles del suplemento en función del estado fisiológico de las aves.

BIBLIOGRAFÍA

Abarca, L. (2021). Efectos de las enzimas digestivas en la producción de pollos de engorde. Chimborazo, Ecuador. Tesis de Titulación de Ingeniería Zootecnista. Publicado en el Repositorio Digital de la Escuela Politécnica Del Chimborazo. Ecuador.

Altamirano, C. (2022). Evaluación productiva de pollos broiler en crecimiento-ceba con la aplicación del extracto *Allium sativum* y *Allium cepa* como promotor de crecimiento. Tesis de Pregrado - Universidad Estatal Península de Santa Elena. https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8812/4/UPSE-TIA-2022-0070.pdf

Andrade-Yucailla, V., Toalombo, P., Andrade-Yucailla, S., & Lima-Orozco, R. (2017). Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador. REDVET. Revista electrónica de veterinaria, 18(2), 1-8.

Ángel-Isaza, J., Mesa-Salgado, N., & Narváez-Solarte, W. (2019). Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola: una revisión. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 14(2), 45-58.

Argüelles, M. (2020). Reproducción den aves. https://academic.uprm.edu/hsantiago/Avian%20Reproduction.pdf

Aroca, A. (2024). Determinación del efecto prebiótico con *Bacillus clausii* para mejorar la salud intestinal en pollos gigante andino. Tesis de Pregrado - Universidad Estatal de Bolívar. https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/76f668a3-9915-4777-9b6f-a46ce31754de/content

Bacha, F. (2019). Eficacia de la energía de aceites y grasas en dietas de aves. Artículo Académico Publicado en NUTRINEWS: Revista Técnica Digital en Nutrición Animal. Barcelona, España.

Castaño, G., Betancourt, J., Gómez, V., García, S., Loaiza, Y., Hernández, L., & Montoya, W. (2024). Butirato de sodio protegido con grasa en la dieta de pollos de engorde. Revista colombiana de ciencia animal recia, 15(1).

Castro, W. (2022). Evaluación del efecto de dos promotores de crecimiento (butirato y betaina) sobre los parámetros productivos en pollos broilers. Tesis de Postgrado – Universidad Estatal Amazónica. https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/1140/1/TESIS%202022.pdf

Clavijo, D. (2021). Adición de harina de follaje de yuca (*Manihot esculenta*) en un balanceado comercial en la ganancia de peso en pollos broiler. Tesis de Pregrado – Universidad Politecnica del Carchi.

Cobo, A. & Yanchaliquin, D. (2023). Evaluación del efecto de la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) y el vinagre de manzana como probióticos en la alimentación de pollos broilers. Tesis de Pregrado - Universidad Estatal de Bolívar. https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/75372378-dfff-44ff-b301-306d84123a1c/content

COLAVES (2020). COBB Guía de manejo del pollo de engorde. https://colaves.com/wp-content/uploads/2020/09/Cobb500.pdf

Cruz, K. (2021). Comportamiento productivo en pollos broiler en la fase de crecimiento - engorde e inclusión de diferentes niveles de moringa (*Moringa oleífera*) en su alimentación. Tesis de Pregrado - Universidad Estatal Península de Santa Elena. https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6523/1/UPSE-TCA-2021-0123.pdf

Gallardo, J. (2023). Efecto del Butirato de Sodio en los Parámetros Productivos en Pollos Cobb 500, Chiclayo. Tesis de Pregrado - Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Gilces, J. (2022). Producción de pollos broiler en tiempos de panadería Covid-19 en la zona centro norte de Manabí. Tesis de Pregrado-Escuela Superior

Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López. https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/378/1/TAE21.pdf

Herrera, J. (2022). Efecto del butirato de sodio sobre el comportamiento productivo de cuyes recría (*Cavia porcellus*) 2020. Tesis de Pregrado - Universidad Peruana Los Andes. https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/4180/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

López, I. (2022). Utilización de *Mansoa aliacea* (ajo del monte) en pollos de engorde para mejorar las condiciones sanitarias y productivas. Tesis de Pregrado - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/17845/1/17T01796.pdf#page20

Makled, M. N., Abouelezz, K. F., Gad Elkareem, A. G., & Sayed, A. (2019). Comparative influence of dietary probiotic, yoghurt, and sodium butyrate on growth performance, intestinal microbiota, blood hematology, and immune response of meat-type chickens. Tropical Animal Health and Production, 2333–2342.

Mejía, T. (2020). Sistema circulatorio de las aves: funciones y estructura. Articulo. https://www.lifeder.com/sistema-circulatorioaves/h

Merchán, B. (2022). Parámetros productivos en pollos parrilleros, alimentados con harina de botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Tesis de Pregrado – Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Mezones-Santana, J. J., Köhler, S., & Acevedo-Urquiaga, A. J. (2022). Valoración de la filosofía de economía circular en una producción avícola de Ecuador. Ingeniería Industrial, 43(2), 90-98.

Nilipour, A. (2021). Importancia del agua en la Avicultura. Artículo Académico Publicado por BMEDITORES. Revista Digital de Entorno Ganadero. México.

Pérez, D. & Machado, J. (2024). Evaluación del efecto de tres niveles de harina de habas (*Vicia faba*) en la alimentación de pollos broiler. Tesis de Pregrado – Universidad Estatal de Bolívar. https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cd3bd84c-c732-4c21-a7da-07ce44c2f3d6/content

Ramos, M. (2023). Evaluación de la microbiota residente en superficies de una industria cárnica mediante el empleo de secuenciación de alta resolución. Tesis de posgrado – Universitat Autónoma de Barcelona. https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2023/304847/Ramos_Fernandez_Marcela_MemoriaTFM.pdf

Rodríguez, A. (2022). 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 Pregrado – Universidad Estatal de Bolívar. https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/baed3de1-2823-4741-b418-f9b3cefea216/content

Ruiz, P. (2019). Aminoácidos para Aves. Artículo Académico Publicado en cría de aves. Portal Digital de Información Avícola. Colombia.

SOLLA. (2019). Manual de manejo para pollo de engorde. https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/Manual%20De%20Manejo%20Para%20Pollo%20De%20Engorde.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



CORDENADAS GPS

Latitud: -1,725278

Longitud: -78,610556

Anexo 2. Base de datos

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

TEMA: EVALUACIÓN DEL USO DEL BUTIRATO DE SODIO EN POLLOS DE LA LÍNEA COBB DURANTE LA FASE INICIAL Y CRECIMIENTO

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Peso inicial				**Fase inicio (1-7 días)**				**Fase inicio (8-14 días)**				**Fase crecimiento (15-21 días)**				**Fase crecimiento (22-28 días)**			
Día 1				**Día 7**				**Día 14**				**Día 21**				**Día 28**			
T1 (BS 1%)	T2 (BS 1,25%)	T3 (BS 1,5%)	T4 Testigo	T1 (BS 1%)	T2 (BS 1,25%)	T3 (BS 1,5%)	T4 Testigo	T1 (BS 1%)	T2 (BS 1,25%)	T3 (BS 1,5%)	T4 Testigo	T1 (BS 1%)	T2 (BS 1,25%)	T3 (BS 1,5%)	T4 Testigo	T1 (BS 1%)	T2 (BS 1,25%)	T3 (BS 1,5%)	T4 Testigo
40	48	43,5	47,5	189	171	207	149	421	540	416	442	941	710	807	986	1200	1502	1230	1014
43	43	42,5	41	133	189	158	162	476	393	438	472	821	820	773	828	1334	1170	1156	1278
45,5	43,5	41,5	38,5	161	170	197	196	494	451	409	382	946	845	748	964	1050	1533	1180	1181
42,5	39,5	37	42	175	191	163	164	421	520	450	431	975	898	862	883	1152	1224	1160	1368
40	48,5	40,5	40	159	185	184	190	378	462	434	443	784	867	857	722	1387	1009	820	1250
45,5	43,5	40	44	156	180	153	182	421	452	415	450	903	855	680	847	1463	1179	1214	1050
43,5	48,5	42,5	49	175	162	163	156	479	388	422	429	924	997	907	820	1239	977	889	1052
43,5	40,5	42	42	148	142	180	165	444	373	483	432	728	760	748	892	1227	1494	1186	897
42,5	44	40,5	43,5	136	146	164	167	408	448	459	475	834	801	846	788	1280	920	1050	1124
47,5	43	41,5	44	226	180	146	182	424	388	462	401	780	927	785	772	1190	1408	1500	1038
41	47	43,5	41	148	162	192	166	433	425	376	402	997	704	723	718	1240	1090	1418	1108
44	44	39,5	42	169	112	189	168	351	467	454	447	934	920	828	941	1422	1214	1129	1287
47,5	43,5	45,5	46,5	165	170	157	166	421	410	357	423	828	770	774	788	1551	1230	1178	1170
41,5	44	42,5	39,5	204	153	141	150	344	480	493	473	893	810	786	795	1534	1176	1067	954
43	44,5	44,5	40,5	150	176	170	149	432	458	441	413	857	705	762	730	1328	1293	1180	1373

49,5	48,5	44	41	170	180	187	192	487	425	439	397	875	981	767	777	1265	1343	1108	904
38,5	46,5	39	44,5	164	191	186	180	464	382	365	422	852	924	986	952	1382	1223	1238	1060
44,5	41,5	43,5	43,5	186	185	155	166	374	456	317	426	717	910	697	822	1380	1124	876	1361
51,5	45,5	38,5	42,5	134	190	144	170	338	453	470	457	945	768	1000	1104	1470	1254	974	1273
43,5	40	45	45	193	166	185	152	445	392	468	383	864	760	706	729	1252	1233	1373	1184
43	44,5	46,5	43,5	160	171	138	181	494	385	420	452	917	912	710	794	1000	1211	876	1362
41	44,5	40,5	44	197	157	163	187	427	437	443	373	924	880	737	865	1414	1503	1024	1192
40	41,5	44,5	43,5	168	186	189	166	497	369	434	372	791	794	890	856	1423	1141	1058	1236
42	43,5	43	45	184	186	196	166	544	459	494	406	956	792	702	714	1023	676	1306	860
43,5	43	39,5	42,5	174	158	164	149	430	371	436	425	924	904	698	956	1447	1208	1280	983
45	42	43	46	187	163	185	154	457	503	438	440	810	885	1041	468	1278	1164	1157	1380
40,5	46	44	42,5	166	181	190	106	402	494	420	369	714	704	846	693	1373	1551	1222	1142
38,5	47,5	45	41	182	164	171	177	426	497	358	402	720	878	686	700	1477	1185	1124	1243
40,5	39,5	41,5	44	163	159	153	175	492	354	391	441	840	742	843	981	1468	1400	1280	1120
45	42	48,5	47	211	168	186	160	405	392	426	383	950	814	780	780	1564	1308	1220	1008
46	41,5	48	45,5	186	158	187	136	467	406	262	485	1009	810	866	757	1554	1094	1076	1106
40,5	41,5	40	42,5	199	169	176	157	443	402	353	406	968	820	754	809	1390	1284	1346	1187
47	40,5	46	43	203	166	144	156	410	401	422	447	1040	778	805	874	1090	1145	1267	1167
43,5	41,5	43,5	46,5	200	187	160	151	502	341	414	369	897	781	716	963	1278	1563	1057	1106
45	44,5	40	46	205	177	185	154	456	381	468	424	773	890	930	923	1410	1330	1210	1207
45	43,5	44	44,5	182	140	167	166	428	408	398	396	1061	808	752	687	1340	1256	1234	1380
48,5	39,5	40,5	39	196	200	148	196	420	425	450	387	938	876	851	832	1130	1300	1427	1148
45	43,5	45	47,5	197	166	180	179	448	465	369	425	689	860	998	928	1354	1330	1266	1294
45	49	43	42,5	164	167	164	170	452	370	452	455	875	805	575	804	1273	1201	1141	946
40	41,5	40,5	45	177	142	155	190	457	495	357	470	839	772	802	747	1250	1462	1195	1002
39	39	42	42	260	188	162	174	481	502	402	443	760	989	728	668	1374	1244	1234	1026
47,5	46,5	41,5	47	201	164	184	181	468	383	438	384	753	851	814	111	1304	1434	1060	1378
42	48	39,5	45,5	162	163	168	143	427	410	458	536	859	1000	734	837	1238	1207	946	1064
46	43	44	41	163	141	196	186	417	495	378	474	822	994	865	754	1313	1807	990	1157

46	43,5	53	45,5	166	160	158	174	497	504	458	375	848	932	936	746	1254	1572	1120	1287
41	44	38,5	40	160	182	187	166	271	414	436	405	973	802	784	802	1128	1278	1252	1273
39,5	40	42,5	45,5	167	201	186	160	452	527	418	371	1080	760	821	957	1310	1296	1134	1286
40,5	44,5	39	39,5	196	167	141	162	388	465	444	375	945	902	924	874	1420	1220	1027	1127
41,5	42	42	47	167	184	184	143	554	503	392	401	985	815	817	931	1280	1124	1128	1058
47	46,5	45	45,5	185	149	171	166	481	473	442	444	954	818	810	834	1325	1234	1236	1153
43,5	49	47,5	43	173	180	186	124	456	410	465	456	643	653	698	109	1550	1423	1130	1043
44	43,5	47	38,5	160	138	196	185	448	406	408	380	827	654	837	115	1109	1338	1186	1057
42,3	40	44	45	167	123	206	151	447	531	403	420	863	846	727	962	1329	1283	1155	1093
41	49	41	39,5	187	157	141	129	360	406	336	411	973	913	906	791	1494	1273	1256	1264
43,5	42,5	41	41	244	144	153	181	482	434	431	435	912	862	820	895	1318	1343	1106	1188
47,5	41,5	44	43,5	152	141	170	163	439	500	368	401	837	930	818	994	1397	1221	1260	1267
45	42,5	44,5	44	229	168	153	153	448	457	458	375	936	832	796	681	1100	1124	1420	1271
48,5	47	39,5	40	219	198	180	168	338	375	438	386	783	768	720	775	1396	1252	1371	1155
41,5	46,5	40,5	42,5	238	112	151	148	436	402	406	398	856	887	806	807	1110	1128	1538	1113
48	43	45,5	38	139	198	141	158	313	401	409	316	640	817	907	822	1462	1324	1006	1340
43,5	40	42	40,5	190	194	182	149	451	390	426	420	1028	1046	836	840	1525	1346	1283	1127
40	48,5	41,5	45	198	186	154	134	434	388	396	385	973	791	821	728	1480	1208	1195	1064
46	47	42	40,5	216	113	155	131	334	515	432	398	883	890	780	854	1323	1324	1011	1391
45,5	46	44	45	176	193	200	161	475	391	406	484	917	877	934	832	1227	1374	758	1393
46	46,5	38	42,5	171	133	191	131	388	405	426	375	860	653	824	572	1152	1104	1142	1211
43	48	47,5	47,5	208	142	180	165	458	391	432	437	954	852	668	925	1516	1123	893	1236
46	42,5	39,5	38	192	186	143	160	403	441	418	502	938	934	778	763	1246	1478	1368	1128
45	45,5	44	40	143	132	187	159	367	449	395	355	919	768	878	785	1017	1313	1002	1155
41,5	49	44	46,5	165	167	202	140	466	409	443	458	904	783	832	974	1280	1175	1494	1203

Anexo 3. Exámenes integridad intestinal

Evaluación día 21 HTS repetición 1 y 2

Parámetros	**Valor Referencial**	T1 (1% Butirato de sodio)		T2 (1.25% Butirato de sodio)		T3 (1.50 % Butirato de sodio)		T4 Testigo	
		R1	**R2**	**R1**	**R2**	**R1**	**R2**	**R1**	**R2**
Peso (g)		939	788	1040	973	880	851	807	824
Color de piernas	0-4	1	1	2	1	3	2	2	3
Aerosaculitis	0-3	1	2	1	1	1	1	2	1
Alphitobius diaperinus	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Comedero de cama	0-4	0	1	0	0	0	0	1	0
Eimeria acervulina	0-4	1	2	1	1	2	1	3	2
Eimeria maxima	0-4	0	0	0	0	0	0	0	0
Eimeria tenella	0-4	0	1	1	0	1	2	3	1
Tono intestinal	0-1	1	0	1	0	1	1	1	1
Intestinos adelgazados	0-1	0	0	0	0	0	0	1	0
Intestinos engrosados	0-1	1	1	0	0	0	0	0	0
Exceso de fluido intestinal	0-1	0	0	1	0	1	1	1	1
Exceso de moco intestinal	0-1	1	1	0	1	1	0	1	1
Descamación celular	0-3	0	0	1	0	0	0	1	0
Hiperemia	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemorragia intestinal	0-1	0	0	0	0	0	0	1	1
Enteritis necrótica	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Exceso de bilis	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasaje de alimento	0-1	0	1	0	0	0	0	0	1

Evaluación día 28 HTS repetición 3 y 4

Parámetros	**Valor Referencial**	T1 (1% Butirato de sodio)		T2 (1.25% Butirato de sodio)		T3 (1.50 % Butirato de sodio)		T4 Testigo	
		R3	**R4**	**R3**	**R4**	**R3**	**R4**	**R3**	**R4**
Peso (g)		1359	1165	1287	1563	1271	1589	1411	1308
Color de Piernas	0-4	0	1	0	0	3	4	2	2
Aerosaculitis	0-4	0	0	0	1	2	2	3	2
Erosión de la molleja	0-3	0	0	1	0	1	0	1	1
Comedero de cama	0-1	0	0	0	0	0	1	1	1
Eimeria acervulina	0-4	1	1	0	1	1	3	3	2
Eimeria máxima	0-4	0	0	0	0	0	0	1	1
Eimeria Tenella	0-4	1	1	1	2	2	2	3	3
Tono intestinal	0-1	1	0	0	0	1	1	1	1
Intestinos adelgazados	0-1	0	1	0	0	0	0	1	1
Exceso de fluido intestinal	0-1	1	1	0	1	1	0	1	1
Exceso de moco intestinal	0-1	1	1	1	0	1	1	1	1
Descamación celular	0-1	1	0	0	1	0	0	1	0
Hiperemia	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Hemorragia intestinal	0-3	1	0	1	0	0	1	2	1
Enteritis necrótica	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Exceso de bilis	0-1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasaje de Alimento	0-1	1	0	0	0	0	0	1	1

Dietas utilizadas

T1 (Butirato de sodio 1%)

Ingredientes	**Inicial**	**Crecimiento**
Maíz amarillo	53,195	58,545
Torta de soya	25,795	26,135
Harina de pescado	8	2,41
Aceite de Palma	3	3
Polvillo de arroz	2,737	1,91
Fosfato mono cálcico	1,092	1,35
Carbonato calcio	0,812	1,14
Clororuro sódico	0,3	0,3
Butirato de Sodio	1	1
L-Lisina HCL	0,199	0,16
Premezcla vitamínica	0,15	0,15
DL Metionina	3,67	3,85
AC. Propiónico	0,05	0,05
TOTAL	100	100

T2 (Butirato de sodio 1,25%)

Ingredientes	**Inicial**	**Crecimiento**
Maíz amarillo	52,11	57,45
Torta de soya	25,89	26,22
Harina de pescado	8	2,4
Aceite de Palma	3	3
Polvillo de arroz	2,737	1,91
Fosfato mono cálcico	1,092	1,35
Carbonato calcio	0,812	1,14
Clorororo sódico	0,3	0,3
Butirato de Sodio	1,25	1,25
L-Lisina HCL	0,199	0,16
Premezcla vitamínica	0,15	0,15
DL Metionina	4,41	4,62
AC. Propiónico	0,05	0,05
TOTAL	100	100

T3 (Butirato de sodio 1,5%)

Ingredientes	**Inicial**	**Crecimiento**
Maíz amarillo	51,86	57,2
Torta de soya	25,89	26,22
Harina de pescado	8	2,4
Aceite de Palma	3	3
Polvillo de arroz	2,737	1,91
Fosfato mono cálcico	1,092	1,35
Carbonato calcio	0,812	1,14
Clorororo sódico	0,3	0,3
Butirato de Sodio	1,5	1,5
L-Lisina HCL	0,199	0,16
Premezcla vitamínica	0,15	0,15
DL Metionina	4,41	4,62
AC. Propiónico	0,05	0,05
TOTAL	100	**100**

T4 (Sin Butirato)

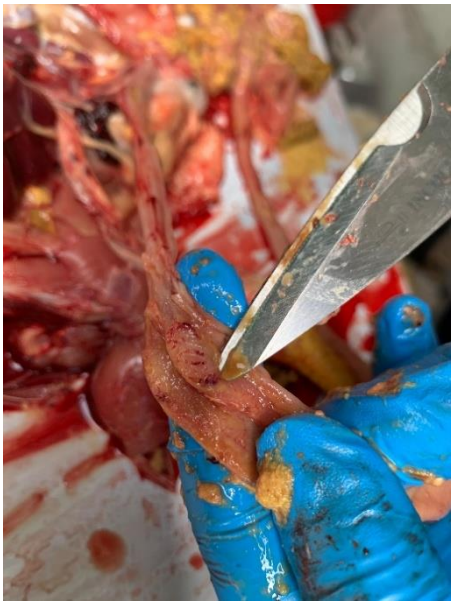
Ingredientes	**Inicial**	**Crecimiento**
Maíz amarillo	53,36	58,7
Torta de soya	25,89	26,22
Harina de pescado	8	2,4
Aceite de Palma	3	3
Polvillo de arroz	2,737	1,91
Fosfato mono cálcico	1,092	1,35
Carbonato calcio	0,812	1,14
Cloruroro sódico	0,3	0,3
L-Lisina HCL	0,199	0,16
Premezcla vitamínica	0,15	0,15
DL Metionina	4,41	4,62
AC. Propiónico	0,05	0,05
TOTAL	100	100

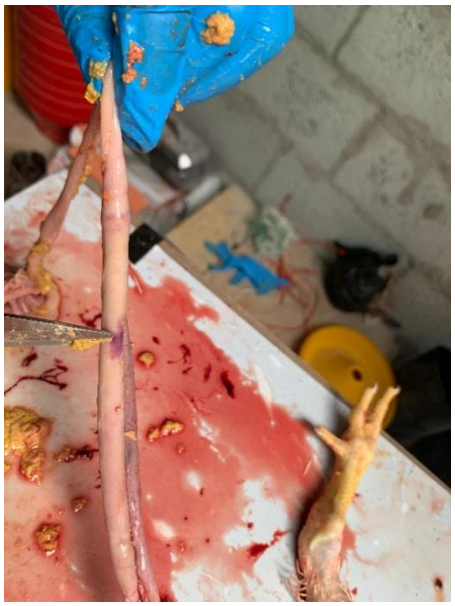
Anexo 4. Evidencias fotográficas





Necropsia y observación intestinal para la evaluación de la integridad intestinal





Análisis morfológico intestinal durante la evaluación de la integridad intestina



Examen anatómico del tracto intestinal en pollos de engorde



Visita de campo

Anexo 5. Glosario de términos técnicos

Aditivo: Sustancia que se añade a los alimentos o piensos para mejorar su sabor, apariencia, conservación o valor nutricional. En alimentación animal, los aditivos ayudan a mejorar la digestión, el crecimiento y la salud, favoreciendo una producción más eficiente.

Actividad metabólica: Procesos bioquímicos que convierten alimentos en energía y compuestos necesarios para el funcionamiento del organismo. Incluye el metabolismo de carbohidratos, proteínas y grasas, esencial para el crecimiento, la reproducción y la homeostasis.

Ácidos grasos: Moléculas que forman parte de los lípidos y sirven como fuente principal de energía. Se dividen en saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, y cumplen funciones vitales en la estructura de membranas celulares y la regulación hormonal.

Antimicrobianos: Sustancias que eliminan o inhiben el crecimiento de microorganismos (bacterias, hongos, virus). Se usan en producción animal para prevenir o tratar enfermedades infecciosas, aunque su uso está regulado por los riesgos de resistencia.

Aves granívoras: Aves cuya dieta principal se basa en semillas y granos. Ejemplos comunes en producción son pollos y pavos, que tienen sistemas digestivos adaptados para procesar granos eficientemente.

Bioseguridad: Conjunto de medidas preventivas para proteger la salud animal y ambiental, evitando la introducción y propagación de enfermedades infecciosas mediante prácticas como la limpieza, desinfección y control de acceso.

Butirato de sodio: Sal de sodio derivada del ácido butírico, que se usa en alimentación animal para mejorar la salud intestinal. Posee efectos antiinflamatorios y antimicrobianos, favoreciendo la digestión y absorción de nutrientes.

Celulosa: Polisacárido estructural en la pared celular de las plantas. Es una fuente importante de fibra dietética para herbívoros y ciertos omnívoros, aunque su digestión es limitada sin ayuda de microorganismos especializados.

Cloaca: Cavidad en aves y reptiles donde se fusionan los sistemas digestivo, urinario y reproductivo. Permite la excreción de desechos y, en aves, cumple un rol adicional en la regulación del balance de agua y electrolitos.

Coprofagia: Comportamiento en el que algunos animales consumen sus propias heces o las de otros, generalmente para recuperar nutrientes o microorganismos beneficiosos, como ocurre en ciertos herbívoros.

Emulsificante: Compuesto que permite la mezcla de dos sustancias que normalmente no se combinan, como el agua y el aceite. En alimentación animal, los emulsificantes facilitan la digestión y absorción de grasas, mejorando la eficiencia en el uso de lípidos.

Energía metabolizable: Cantidad de energía disponible para el organismo después de descontar las pérdidas en excreción fecal, urinaria y gases. Es fundamental para evaluar el valor energético de los alimentos en la nutrición animal.

Macrominerales: Minerales necesarios en grandes cantidades, como calcio, fósforo y potasio. Cumplen funciones esenciales como la formación de huesos y dientes, el equilibrio de electrolitos y la transmisión nerviosa.

Microminerales: Minerales requeridos en pequeñas cantidades, como hierro, zinc y cobre. Aunque se necesitan en menor proporción, son vitales para procesos como la síntesis de proteínas, el metabolismo energético y la función inmunológica.

Microbiota: Conjunto de microorganismos que habitan el tracto intestinal y ayudan en la digestión, absorción de nutrientes y defensa contra patógenos. Su equilibrio es clave para la salud y eficiencia productiva de los animales.

Patológicos: Condiciones o procesos que indican enfermedad, afectando la función normal de órganos y tejidos. Pueden derivarse de infecciones, desequilibrios nutricionales, lesiones o predisposición genética, y afectan el bienestar del organismo.

Prebióticos: Compuestos no digeribles que estimulan el crecimiento de microorganismos beneficiosos en el intestino. Actúan como "alimento" para la microbiota, mejorando la salud intestinal y fortaleciendo el sistema inmunológico.

Probióticos: Microorganismos vivos que, administrados en cantidades adecuadas, mejoran la salud del hospedador al equilibrar la microbiota intestinal, mejorar la digestión y proteger contra patógenos.

Producción enzimática: Proceso mediante el cual los organismos producen enzimas que catalizan reacciones bioquímicas específicas. En animales, la producción de enzimas digestivas es esencial para la descomposición de nutrientes.
Restricción energética: Estrategia de reducir la ingesta calórica en animales para manejar el peso corporal o mejorar la eficiencia metabólica. Requiere cuidado para evitar impactos negativos en el crecimiento o la reproducción.