



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE

Carrera de Medicina Veterinaria

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de médico veterinario otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales u del Ambiente Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ZEOLITA EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DIGESTIVAS DURANTE LA ETAPA DE PRODUCCIÓN EN POLLOS BROILER

Autores:

Marlon Javier Analuiza García

Julian Mauricio Gunsha Tierra

Tutor:

Dr. Freddy Rodrigo Güillín Núñez Msc

Guaranda – Ecuador

2025

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ZEOLITA EN EL
CONTROL DE PATOLOGÍAS DIGESTIVAS DURANTE LA ETAPA DE
PRODUCCIÓN EN POLLOS BROILER**

REVISADO Y APROBADO POR:



.....
**Dr. Fredy Rodrigo Guillin Nuñez MSc.
TUTOR**



.....
Dra. Jenny Marcela Martínez Moreira MSc.

PAR LECTOR



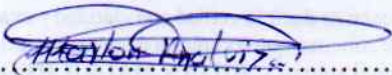
.....
Dr. Luis Javier Salas Mujica MSc.

PAR LECTOR

CERTIFICACION DE AUTORIA

Nosotros, Marlon Javier Analuiza García, con CI; 0250240629, y Julian Mauricio Gunsha Tierra, con CI; 0604521955 declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con 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.



Marlon Javier Analuiza García

AUTOR

CI: 025024062-9



Julian Mauricio Gunsha Tierra

AUTOR

CI: 060452195-5



Dr. Fredy Rodrigo Guillin Nuñez MSc.

TUTOR

CI: 020071348-5



DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGAN:

MARLON JAVIER ANALUIZA GARCIA Y

JULIAN MAURICIO GUNSHA TIERRA

CUANTÍA: INDETERMINADA

Di 2 COPIA

P.A.

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy viernes a los dieciocho días del mes de julio del año dos mil veinticinco, ante mi **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presente escritura, los señores **MARLON JAVIER ANALUIZA GARCIA**, de estado civil soltero y **JULIAN MAURICIO GUNSHA TIERRA**, de estado civil soltero, ambas partes por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación estudiantes ambas partes, domiciliado el primero en comparecer en la parroquia San José de Chimbo, cantón Chimbo y de paso por este cantón de Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve seis siete ocho uno seis dos cero cero; y, con correo electrónico manaluiza@mailes.ueb.edu.ec; y, el segundo, en comparecer domiciliado en la parroquia San Andres, cantón Guano, provincia Chimborazo y de paso por este cantón Guaranda, provincia Bolívar, con celular número cero nueve ocho cuatro ocho tres cero tres cuatro cinco; y, con correo electrónico jgunsha@mailes.ueb.edu.ec; hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, agrego a esta escritura, además a petición expresa de los comparecientes se adjunta sus documentos personales como son las cédulas de ciudadanía y certificados de votación, como documentos habilitantes. Los comparecientes me autorizan de conformidad con el artículo setenta y cinco de la Ley Orgánica de Gestión de la Identidad y Datos Civiles, a la obtención e impresión del Registro Personal Único cuyo custodio es la Dirección General de Registro Civil, Identificación y Cedulación, que incorpore a la presente escritura. Además, me facultan de conformidad con el artículo sesenta y seis, numeral diecinueve de la Constitución de la República del Ecuador, en concordancia con el artículo ocho, de la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, a declarar y dar un tratamiento legítimo a sus datos personales en el presente instrumento público y además a petición expresa de las partes adjunto sus documentos personales como son cédulas de ciudadanía y certificados de votación, mismos que agrego a esta escritura como habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinadas que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada. Nosotros: **MARLON JAVIER ANALUIZA GARCIA**, de estado civil soltero y **JULIAN MAURICIO GUNSHA TIERRA**, de estado civil soltero, declaramos bajo juramento que los criterios e ideas emitidos en el presente proyecto de investigación, es de nuestra absoluta autoridad, titulado: "EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE ZEOLITA EN EL CONTROL DE PATOLOGÍAS DIGESTIVAS DURANTE LA ETAPA DE PRODUCCIÓN EN POLLOS BROILER". Previo a la obtención del título de Médicos Veterinarios, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su celebración y otorgamiento se observaron los preceptos de ley que el caso requiere y leída que les fue íntegramente a los comparecientes por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en la aceptación de su total contenido y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy Fe.-----


SR. MARLON JAVIER ANALUIZA GARCIA.

C.C. 0250240629


SR. JULIAN MAURICIO GUNSHA TIERRA.

C.C. 0604521955


DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA



Marlon Javier y Julian Maurici Analuiza García y G...

TESIS Marlon y Julian_final.docx

 2025 2025 Universidad Estatal de Bolívar

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::3117:469724727

Fecha de entrega
25 jun 2025, 2:24 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
25 jun 2025, 3:27 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
TESIS Marlon y Julian_final.docx

Tamaño de archivo
16.5 MB

117 Páginas

20.329 Palabras

112.571 Caracteres



Dr. Freddy Rodrigo Güillín Núñez MSc.
TUTOR

5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

Fuentes principales

- 3%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
8 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Dr. Freddy Rodrigo Güillín Núñez MSc.
TUTOR

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación se lo dedico, en primer lugar, a Dios y la Virgen María, por ser mi guía espiritual constante, por permitirme culminar con éxito esta etapa de mi vida, y por brindarme salud, sabiduría y fortaleza en los momentos más difíciles, cuando las dudas y el cansancio amenazaban con vencerme. Su luz me ha acompañado en cada paso, dándome confianza y fe en mí mismo para continuar.

A mi padre, Segundo Analuiza, quien ha sido mi pilar fundamental. Gracias por tu apoyo moral incondicional, por tu esfuerzo incansable para respaldar mi educación y por estar presente en cada etapa de este camino. Tus palabras de aliento y tu ejemplo de perseverancia me han enseñado a nunca rendirme.

A mis hermanos, quienes han sido una fuente constante de motivación y compañía. En los momentos de incertidumbre, ustedes estuvieron ahí para ofrecerme su comprensión, su apoyo y su cariño. Gracias por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mis propias capacidades.

A mis queridas hermanas, Gladys Analuiza y Cruz Analuiza, por haberme cuidado con tanto amor desde siempre, por transmitirme valores sólidos que hoy forman parte esencial de quien soy, y por enseñarme a luchar con valentía por mis metas. Su ejemplo de esfuerzo y sacrificio me ha inspirado a seguir adelante con determinación.

A mi madre, Blanca García, con todo mi amor y gratitud. Gracias por darme la vida, por tus enseñanzas, por tu paciencia infinita y por guiarme con ternura y firmeza por el camino del bien. Tus consejos y tu cariño han sido el faro que ha iluminado cada decisión importante que he tomado.

Este logro no es solo mío, es también de ustedes. Esta dedicatoria es una muestra de mi más profundo agradecimiento por todo lo que han hecho por mí. Hoy, al culminar esta etapa, les entrego este trabajo como símbolo de todo el amor, el esfuerzo y los sueños que hemos compartido.

Marlon Javier Analuiza Garcia

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por haberme concedido el don invaluable de la vida y la salud, y por haberme acompañado en cada paso de este largo camino académico.

Mi eterno y profundo agradecimiento al Dr. Rodrigo Guillin, por su valioso apoyo, orientación y compromiso durante el desarrollo de este proyecto de investigación. Su paciencia, sabiduría y disposición para compartir sus conocimientos fueron pilares clave que hicieron posible la culminación exitosa de este trabajo. Gracias por ser un verdadero guía académico y un ejemplo de dedicación profesional.

A mis amados padres y hermanos, les agradezco con todo el corazón por su apoyo constante e incondicional a lo largo de mi formación profesional. Gracias por su amor, sus sacrificios silenciosos, sus palabras de aliento y por creer en mí incluso en los momentos más desafiantes.

Extiendo también mi gratitud a la Universidad Estatal de Bolívar, por brindarme la oportunidad de formarme académica y profesionalmente. Gracias por proporcionar un espacio de crecimiento intelectual, por contar con docentes comprometidos y por haberme permitido desarrollar este proyecto en un entorno de aprendizaje enriquecedor. Su apoyo institucional ha sido clave para alcanzar esta meta y llevar a cabo con éxito mi investigación.

A todos quienes, de una u otra manera, contribuyeron a la culminación de esta etapa importante en mi vida, gracias infinitas. Cada palabra de aliento, cada

gesto de apoyo y cada enseñanza recibida han dejado una huella profunda en mí. Este logro representa el fruto del esfuerzo conjunto y el comienzo de una nueva etapa con más compromiso y responsabilidad.

Marlon Javier Analuiza Garcia

DEDICATORIA

Dedico este logro, con todo mi corazón, a Dios, quien ha sido mi faro en los momentos de oscuridad y mi refugio en los instantes de incertidumbre. A Él le debo la fortaleza que me sostuvo cuando las fuerzas flaqueaban, la sabiduría que iluminó mi camino y la paz interior que me permitió continuar, aun cuando las dificultades parecían insuperables.

A mi madre, Leonor Gunsha, no existen palabras suficientes que logren expresar lo que significas para mí. Eres el corazón que ha latido con el mío en cada etapa de mi vida, la fuerza silenciosa detrás de cada uno de mis logros. Gracias por cada sacrificio hecho en silencio, por cada noche de desvelo. Gracias por enseñarme con tu ejemplo, por criarme con amor, valores y dignidad, por mostrarme que la verdadera fortaleza no se grita, se vive.

Has sido mi refugio en las tormentas, la voz que me levantó cuando sentía que no podía más. En mis momentos más oscuros, estuviste ahí, firme, con tu amor incondicional. Tus palabras y tu fe en mí siguen siendo el impulso que me inspira a seguir adelante y superarme cada día.

A mi tía Nena, que ha sido como una segunda madre para mí. Gracias por tu apoyo incondicional, por tu cariño constante, por estar presente día a día con comprensión, paciencia y ternura. Tu compañía ha sido un pilar fundamental en mi vida, y tu amor ha sido un refugio en los días más grises.

A mi querida abuelita, con todo mi amor y gratitud. Este logro también es tuyo, porque tenerte aún a mi lado, celebrando conmigo, es una de las bendiciones

más grandes de mi vida. Tu cariño incondicional, tu dulzura y, sobre todo, tu fuerza y valentía me han enseñado más de lo que las palabras pueden expresar. Eres ejemplo de lucha, de amor puro y de sabiduría, y cada uno de tus gestos ha dejado una huella en mí.

A mi familia entera, por su amor, apoyo y aliento incondicional. Gracias por creer en mí. Este logro refleja también la unión, los valores y la fuerza que me han transmitido.

Y finalmente, Cristina, tu presencia marcó mi vida de una manera única. Estuviste a mi lado en mis momentos más difíciles, brindándome tu apoyo sin condiciones, sin pedir nada a cambio.

Fuiste luz cuando todo parecía oscuro, consuelo en medio del caos, y fuerza cuando sentía que ya no podía más. Gracias por enseñarme, por acompañarme y por darme tanto en tan poco tiempo. Siempre llevaré tu recuerdo conmigo, como parte de este logro que también te pertenece.

A todos ustedes, gracias. Este logro no es solo mío, es de cada persona que, de una u otra forma, dejó una huella en mi vida durante este proceso.

Julian Mauricio Gunsha Tierra

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios, por haber sido mi guía en cada paso de este proceso, por fortalecer mi espíritu en los momentos de debilidad y por permitirme culminar esta etapa con fe, perseverancia y esperanza.

A mi madre, Leonor Gunsha, gracias infinitas por tu amor incondicional, por tu entrega y por estar siempre presente, aún en silencio, con tu apoyo firme y tu fuerza inquebrantable. Has sido mi inspiración, mi fuerza y el corazón que me ha impulsado a seguir adelante.

Al Dr. Rodrigo Guillin, mi tutor, le extiendo mi sincero agradecimiento por su acompañamiento, orientación académica y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Su guía clara y respetuosa fue clave para el cumplimiento de este trabajo.

A la Universidad Estatal de Bolívar, mi gratitud por abrirme las puertas al conocimiento, por ofrecerme una formación integral y por crear el espacio para crecer como profesional y como persona.

A mis entrañables compañeras de camino, Margarita y Anita, gracias por su amistad sincera, por compartir alegrías, desafíos y aprendizajes. Su presencia ha sido un soporte fundamental a lo largo de esta experiencia.

Y a mis amigos más cercanos, gracias por su lealtad, por sus buenos deseos constantes, por las palabras de aliento en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada pequeño avance. Su compañía ha hecho este recorrido más llevadero y significativo.

A todos ustedes, gracias por ser parte de este capítulo tan importante en mi vida. Cada gesto, cada palabra y cada muestra de apoyo ha dejado una huella imborrable en mí.

Julian Mauricio Gunsha Tierra

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	2
1.1 INTRODUCCIÓN	2
1.2 PROBLEMA.....	4
1.3. Objetivos	6
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6
1.4. HIPÓTESIS.....	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO.....	8
Pollos Broiler	8
2.1.1. Origen y taxonomía.....	8
2.1.2. Fases de desarrollo	9
2.1.3. Sistema digestivo	9
2.1.4. Factores de rendimiento	15
2.1.5. Calidad de pollo	16
Patologías digestivas	19
2.1.6. Factores que contribuyen a las patologías digestivas.....	20
2.1.7. Patologías comunes.....	21
2.1.8. Impacto de patologías en el rendimiento	24
2.1.9. Estrategias de control y precaución.....	25
Zeolita	26
2.1.10. Generalidades	26
2.1.11. Propiedades de la Zeolita	28
2.1.12. Aplicaciones.....	31
2.1.13. Dosis de inclusión	31

2.1.14.	Eficiencia alimenticia y utilización de nutrientes	32
2.1.15.	Proceso de obtención.....	32
2.1.16.	Efectos en la producción avícola.....	35
CAPÍTULO III.....		36
MARCO METODOLÓGICO		36
Ubicación de la investigación		36
Metodología		37
2.1.17.	Material en estudio	37
2.1.18.	Factores en estudio	37
2.1.19.	Tratamientos	38
2.1.20.	Descripción técnica del ensayo	38
2.1.21.	Tipo de diseño experimental o estadístico	39
2.1.22.	Métodos de evaluación y datos a tomarse.....	39
2.1.23.	Manejo de la investigación.....	42
CAPÍTULO IV.....		46
RESULTADOS		46
Ganancia de peso.....		46
Conversión alimenticia		63
Incidencia de mortalidad.....		66
Resultados del análisis costo beneficio		68
Medición de PH Intestinal.....		71
COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS		74
CAPITULO V		75
5.1. CONCLUSIONES		75
5.2. RECOMENDACIONES		76
BIBLIOGRAFÍA		77

ANEXOS 91

ÍNDICE DE TABLAS

1. Tabla 1	<i>Clasificación taxonómica del pollo Broiler.</i>	8
2. Tabla 2	<i>Descripción de la situación geográfica y climática en Laguacoto II</i>	36
3. Tabla 3	<i>Tratamientos en estudio</i>	38
4. Tabla 4	<i>Descripción técnica del ensayo</i>	38
5. Tabla 5	<i>Variable peso inicial</i>	46
6. Tabla 6	<i>Ganancia de peso semana 1</i>	48
7. Tabla 7	<i>Ganancia de peso semana 2</i>	51
8. Tabla 8	<i>Ganancia de peso semana 3</i>	53
9. Tabla 9	<i>Ganancia de peso semana 4</i>	56
10. Tabla 10	<i>Ganancia de peso semana 5</i>	58
11. Tabla 11	<i>Ganancia de peso semana 6</i>	61
12. Tabla 12	<i>Consumo de alimento de las aves</i>	63
13. Tabla 13	<i>Conversión alimenticia por tratamiento</i>	64
14. Tabla 14	<i>Incidencia de mortalidad por tratamiento</i>	66
15. Tabla 15	<i>Gastos generados en la investigación</i>	68
16. Tabla 16	<i>Ingresos por tratamiento</i>	70
17. Tabla 17	<i>Repetición 1</i>	71
18. Tabla 18	<i>Repetición 2</i>	72
19. Tabla 19	<i>Repetición 3</i>	72
20. Tabla 20	<i>Repetición 4</i>	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Partes del sistema digestivo del pollo Broiler.;	Error!	Marcador	no
definido.			
Figura 2 Zeolita natural			27
Figura 3 Variable peso inicial			48
Figura 4 Variable peso semana 1			50
Figura 5 Ganancia de peso semana 2			53
Figura 6 Variable peso semana 3			55
Figura 7 Variable peso semana 4			58
Figura 8 Variable peso semana 5			60
Figura 9 Variable peso semana 6			63
Figura 10 Ingresos por tratamiento			71

ÍNDICE DE ANEXOS

21. Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación	91
22. Anexo 2. Croquis del ensayo	92
23. Anexo 3. Fotografías de la investigación	93
24. Anexo 4. Glosario de términos técnicos	96

RESUMEN

La zeolita es un mineral natural compuesto principalmente por aluminosilicatos, caracterizado por su estructura porosa que le permite adsorber toxinas, metales pesados y compuestos nitrogenados como el amoníaco. En el contexto de la producción avícola, se ha investigado su potencial como aditivo alimenticio para mejorar la salud intestinal de los pollos Broiler y reducir la incidencia de patologías digestivas. Estas enfermedades son un problema común en la industria avícola, generando pérdidas económicas asociadas a la mortalidad, la baja conversión alimenticia y el crecimiento deficiente de las aves.

Los objetivos planteados fueron: 1) Evaluar el efecto de diferentes niveles de zeolita en la reducción de patologías digestivas. 2) Identificar la dosis óptima que permita mejorar el rendimiento zootécnico de los pollos Broiler. 3) Determinar la relación costo-beneficio de la inclusión de zeolita en la dieta. La investigación se llevó a cabo en los galpones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Estatal de Bolívar, en la parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla del cantón Guaranda, utilizando un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Los resultados demostraron que el tratamiento con 2 cc/L de zeolita fue el más efectivo, ya que los pollos presentaron una mayor ganancia de peso, mejor conversión alimenticia y menor incidencia de mortalidad. El pH intestinal también se mantuvo en niveles estables, lo cual indica un ambiente digestivo favorable. En términos económicos, este tratamiento mostró la mejor relación costo-beneficio, justificando su aplicación a nivel comercial. Por tanto, se concluye que la zeolita puede ser utilizada como una alternativa natural eficaz frente al uso de antibióticos, contribuyendo a una producción avícola más sostenible, rentable y segura.

Palabras clave: zeolita, patologías digestivas, pollos Broiler, salud intestinal, eficiencia alimenticia, producción avícola

SUMMARY

Zeolite is a natural mineral primarily composed of aluminosilicates, with a porous structure that allows it to adsorb toxins, heavy metals, and nitrogenous compounds such as ammonia. In poultry production, it has been evaluated as a dietary additive aimed at improving intestinal health and reducing the incidence of digestive disorders in Broiler chickens. These pathologies are a common concern in the poultry industry, causing significant economic losses due to increased mortality, poor weight gain, inefficient feed conversion, and overall decreased production performance.

The objectives of this study were: 1) To evaluate the effect of different zeolite levels in reducing digestive pathologies, 2) To identify the optimal dosage for enhancing Broiler chicken performance, and 3) To determine the cost-benefit ratio of zeolite inclusion in poultry diets. The research was carried out in the poultry facilities of the Faculty of Agricultural Sciences at the State University of Bolívar, located in the parish of Gabriel Ignacio Veintimilla, Guaranda canton, using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with four treatments and four replications.

The results showed that the 2 cc/L zeolite treatment was the most effective, significantly improving weight gain, feed conversion, and reducing mortality caused by digestive disorders. In addition, intestinal pH remained stable, indicating a healthy digestive environment. From an economic perspective, this treatment also yielded the best cost-benefit ratio, proving to be viable and sustainable for commercial poultry production. It is concluded that zeolite, at appropriate levels,

represents an effective natural alternative to antibiotics, supporting a safer, more profitable, and sustainable poultry industry.

Keywords: zeolite, Broiler chickens, digestive disorders, intestinal health, natural additives, weight gain, feed conversion, mortality, sustainability, poultry production, biosecurity.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El control de patologías digestivas en pollos Broiler representa un desafío relevante tanto a nivel global como local, con implicaciones directas en la productividad avícola, la rentabilidad del sector y la seguridad alimentaria. A medida que la industria avícola intensifica su producción para satisfacer la creciente demanda mundial de proteína animal, aumentan también los riesgos asociados a enfermedades gastrointestinales, que no solo afectan el rendimiento zootécnico de las aves, sino que comprometen la eficiencia del sistema productivo y la calidad del producto final.

A nivel mundial, las patologías digestivas como la enteritis necrótica o la coccidiosis se encuentran entre las principales causas de pérdida económica en la avicultura intensiva, generando altos índices de mortalidad, baja conversión alimenticia y deterioro del bienestar animal. Frente a esta situación, el uso prolongado de antibióticos ha sido la estrategia tradicional de control, pero su empleo indiscriminado ha provocado una creciente preocupación por la aparición de resistencias antimicrobianas, así como por la presencia de residuos en productos de origen aviar, afectando la confianza del consumidor y la competitividad en mercados internacionales. En respuesta, la investigación científica y la industria alimentaria están explorando alternativas naturales como la zeolita, un mineral con propiedades adsorbentes y moduladoras del microbiota intestinal, capaz de reducir la incidencia de enfermedades sin comprometer la inocuidad alimentaria.

En el contexto ecuatoriano, la avicultura constituye uno de los pilares fundamentales del sector agropecuario, con un significativo aporte al PIB pecuario nacional. No obstante, el uso limitado de tecnologías naturales y la escasa adopción de prácticas preventivas en salud intestinal dificultan una producción sostenible y eficiente. Las patologías digestivas continúan representando un obstáculo crítico, especialmente en zonas con manejo limitado o deficiente capacitación técnica. Por ello, evaluar alternativas como la zeolita no solo contribuye a reducir la dependencia de antimicrobianos, sino que también fortalece el compromiso del país con prácticas más responsables en términos sanitarios, ambientales y económicos.

A nivel local, en la provincia de Bolívar, particularmente en el cantón Guaranda, la producción avícola es una actividad relevante para la economía rural. Sin embargo, la falta de estrategias efectivas para el manejo de enfermedades digestivas limita el desarrollo del sector, afectando directamente a los pequeños y medianos productores. En este marco, la presente investigación se enfocó en evaluar el uso de diferentes niveles de zeolita como estrategia alternativa para el control de patologías digestivas en pollos Broiler. Los resultados obtenidos evidenciaron mejoras significativas en indicadores como ganancia de peso, conversión alimenticia y reducción de mortalidad, así como una favorable relación costo-beneficio, demostrando el potencial de la zeolita como aditivo natural funcional.

La adopción de tecnologías naturales como la zeolita no solo permite optimizar la salud intestinal de las aves y mejorar la eficiencia productiva, sino que

también representa un paso importante hacia una avicultura más sostenible, rentable y alineada con las exigencias del mercado nacional e internacional.

1.2 PROBLEMA

El sector avícola enfrenta varios desafíos en la producción de pollos Broiler, siendo las patologías digestivas unas de las más prevalentes. Estas patologías se encuentran relacionadas con la alimentación de las aves, generando problemas recurrentes en la producción avícola debido al bajo rendimiento de los pollos. Estas patologías no solo incrementan la mortalidad, sino que también impactan el crecimiento de los pollos, provocando pérdidas económicas debido a la disminución de la productividad y a los altos costos asociados con el tratamiento y prevención (Williams, 2005).

Tradicionalmente los antibióticos han sido utilizados como la principal herramienta para controlar las patologías digestivas en los pollos de engorde, pero su uso prolongado ha desarrollado resistencia antimicrobiana y la acumulación de residuos en los productos avícolas, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria y competitividad del sector. Frente a esta situación, se ha comenzado a explorar alternativas naturales, específicamente la zeolita considerada como un aditivo potencialmente eficaz, capaz de mejorar la salud intestinal de las aves y reducir la incidencia de patologías digestivas (Diarra & Malouin, 2014).

Uno de los principales problemas es el desconocimiento sobre la dosis efectiva de zeolita que permita maximizar sus beneficios para el control de patologías digestivas. A pesar de que algunos estudios han demostrado efectos positivos de zeolita en la salud aviar, las condiciones de manejo y la concentración

de resultados impiden establecer una recomendación clara para su uso en la industria. Esta falta de consenso sobre la dosis adecuada ha generado desconfianza entre los productores por no conocer la inversión económica general en este aditivo natural (Dávila et al., 2023).

Todo ello no solo limita la efectividad de zeolita, sino que también impide conocer los beneficios en la mejora de rentabilidad y sostenibilidad del sector avícola. Por ello, surge la necesidad de realizar esta investigación para determinar la dosis adecuada de zeolita para el control de enfermedades digestivas en pollos Broiler, lo cual permitirá ofrecer una alternativa efectiva, segura y económicamente viable frente a los antibióticos, mejorando la salud intestinal y promoviendo una mayor competitividad y sostenibilidad en la producción avícola.

1.3.Objetivos

Objetivo General

Evaluar el efecto de diferentes niveles de zeolita en el control de patologías digestivas durante la etapa de producción en pollos Broiler.

Objetivos Específicos

- Identificar la dosis de zeolita óptima que permita reducir de manera efectiva la incidencia de patologías digestivas en pollos Broiler.

- Determinar el tratamiento más efectivo para reducir la incidencia de patologías digestivas en pollos Broiler.

- Analizar la relación entre la eficacia de los tratamientos con zeolita y los costos asociados, para determinar su viabilidad económica.

1.4.HIPÓTESIS

Ho: No existieron diferencias significativas en la incidencia de patologías digestivas en pollos Broiler tratadas con diferentes dosis de zeolita durante la etapa de producción.

Ha: Existen diferencias significativas en la incidencia de patologías digestivas en pollos Broiler tratadas con diferentes dosis de zeolita durante la etapa de producción.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Pollos Broiler

2.1.1. Origen y taxonomía

El término “Broiler” proviene del inglés, refiriéndose a una variedad de pollo específicamente para la producción de carne, ya sea para pollo de azar o parrilla. Esta clase de ave es característica por un desarrollo rápido y alta eficacia (Júpiter, 2021).

Los pollos Broiler o de engorde, destacan por alcanzar un peso comercial en un tiempo corto, generalmente entre 35 y 42 días, dependiendo del manejo y factores proporcionados. La taxonomía de los pollos Broiler, como cualquier especie, sigue una clasificación científica, siendo parte de la familia *Phasianidae* dentro del orden *Galliformes* (Wang et al., 2020).

Tabla 1

Clasificación taxonómica del pollo Broiler.

Reino	Animal
Tipo	Cordados
Subtipo	Vertebrados
Clase	Aves
Subclase	<i>Neornites</i> (sin dientes)
Orden	<i>Gallinae</i>
Suborden	<i>Galli</i>

Familia	<i>Phaisanidae</i>
Género	<i>Gallus</i>
Especie	<i>Gallus domesticus</i>

Fuente: (Wang et al., 2020)

2.1.2. Fases de desarrollo

El desarrollo de los pollos Broiler se divide en tres fases: Crianza, Iniciación y Engorde, mismas que se deben realizar de manera cuidadosa para permitir un óptimo crecimiento que impidan la incidencia de patologías.

La fase de crianza se desarrolla durante los primeros 14 días. Durante esta fase, se desarrollan órganos vitales como el sistema digestivo, circulatorio e inmunológico. La fase de iniciación se extiende durante el día 11 y el día 22, y es el periodo donde se desarrolla y se mineraliza el esqueleto del pollo. Finalmente, la fase de engorde que abarca desde el día 23 hasta el sacrificio. Aquí es primordial el crecimiento muscular, especialmente en partes como la pechuga, los muslos y las piernas, que son de valor comercial (Solla, 2022).

Si existe alguna deficiencia en alguna etapa puede llevar a problemas de salud y afectar el valor de la producción, por ellos los cuidadores deben de poner total atención en el desarrollo de cada fase.

2.1.3. Sistema digestivo

La mayoría de los animales cuentan con un sistema digestivo, y los pollos de engorde no son la excepción. Este sistema está diseñado para procesar los alimentos y convertirlos en nutrientes para el crecimiento y la producción, en el

caso de las aves, carne de alta calidad. El sistema digestivo de las aves se compone del pico o boca, esófago, buche, estómago, intestinos, ciego, cloaca, hígado, páncreas, conductos pancreáticos, duodeno, vesícula y conductos biliares. Cada una de estas partes cumplen con una función específica en la absorción de nutrientes para mejorar la salud de las aves y su impacto en la tasa de crecimiento (Romero, 2023).

Sin embargo, el sistema digestivo de los pollos de engorde es el más especializado y diferente en comparación con otras aves. La digestión del ave requiere aproximadamente de $2\frac{1}{2}$ horas en la gallina ponedora y de 8 a 12 horas en una no-ponedora. Esta diferencia de digestión se debe a la variación en las características metabólicas y fisiológicas de cada tipo de ave, lo que también influye en la eficacia de conversión alimenticia.

En cuanto a la región oral, se encuentra el pico, órgano que facilita prensar los alimentos y también actuar como medio de defensa. El pico de los pollos de engorde y gallinas es duro, corto y arqueado; el hueso maxilar finaliza en una punta córnea, que se encuentra acomodado en la mandíbula. Este órgano no solo facilita la ingestión de alimentos, sino que también es importante en la clasificación y selección de la dieta (Abarca, 2021).

Otro aspecto importante en el proceso de digestión es la saliva. Este actúa como lubricante, y posee una actividad enzimática y una capacidad buffer, es decir, amortiguadora, que facilita la regulación del pH en el tracto digestivo. De esta manera, la ingestión del alimento se facilita cuando el ave mezcla el alimento con

su saliva, eleva la cabeza y extiende el cuello, permitiendo que el alimento pase por gravedad hacia la región esofágica (Pareja et al., 2022).

La región esofágica comienza en la glotis, que marca la división entre la boca y la faringe, y continúa al esófago. El esófago es un conducto tubular elástico compuesto por un epitelio escamoso estratificado con glándulas mucosas, que permite lubricar los alimentos. Este es importante para la siguiente etapa de la digestión, contribuyendo a la movilización sin perder los componentes alimentarios importantes (Ayala, 2020).

A continuación, se encuentra el buche, un órgano caracterizado por ser una bolsa muscular cuya función principal es actuar como depósito temporal para los alimentos. Su peso puede variar dependiendo del alimento ingerido; cuando está vacío, suele pesar entre 10 gramos hasta 20 gramos. Es así como este órgano no solo almacena el alimento, sino que también facilita su reblandecimiento (Alshamy et al., 2022).

El proventrículo es una estructura tubular que actúa como el estómago glandular de las aves. En este órgano se secretan enzimas digestivas y ácido clorhídrico, esenciales para descomponer las proteínas y preparar los alimentos para su procesamiento posterior en la molleja. Este paso inicial es crucial para garantizar una adecuada disponibilidad de nutrientes que favorezcan el crecimiento rápido de los pollos Broiler (Wen et al., 2022).

El proceso digestivo comienza en el proventrículo, también conocido como estómago glandular, donde se secretan enzimas digestivas y ácido clorhídrico para

descomponer las proteínas, lo que permite preparar los alimentos para su procesamiento posterior en la molleja.

Posteriormente, la molleja, o estómago muscular, realiza la trituración mecánica de los alimentos, mezclándolos con las enzimas añadidas previamente. Este proceso, especialmente relevante en dietas a base de granos, mejora la eficacia de la digestión (Wen et al., 2022).

A continuación, los alimentos avanzan hacia el intestino delgado, dividido en tres partes: duodeno, yeyuno e íleon. En el duodeno, los alimentos se mezclan con las secreciones del páncreas y la bilis, facilitando la digestión química. En contraste, el yeyuno y el íleon se encargan principalmente de la absorción de nutrientes como carbohidratos, lípidos y proteínas, un proceso clave para el rápido desarrollo de los Broiler (Solem et al., 2020).

Paralelamente, el páncreas desempeña un papel crucial al liberar enzimas como amilasas, lipasas y proteasas, necesarias para descomponer los nutrientes; además, produce hormonas como la insulina, esencial para el metabolismo de la glucosa (Abdel-Moneim, 2020)

De manera complementaria, el hígado participa activamente en la producción de bilis, necesaria para la emulsificación de grasas, y en el metabolismo de nutrientes, lo que lo convierte en un órgano vital para la salud y el desarrollo de los pollos (Zhao et al., 2021).

La bilis producida es almacenada en la vesícula biliar, que la libera hacia el duodeno en momentos específicos para optimizar la digestión de lípidos.

Posteriormente, el intestino grueso, compuesto por los ciegos, el colon y el recto, interviene en la reabsorción de agua y la fermentación de residuos fibrosos, lo que permite una formación eficiente de las excretas (Mohammed et al., 2022).

Finalmente, los productos de desecho y las secreciones de los sistemas digestivo, urinario y reproductivo confluyen en la cloaca, donde son expulsados del organismo. Este diseño anatómico asegura la eliminación eficiente de los desechos metabólicos y contribuye al equilibrio fisiológico del ave (Rostagno et al., 2023).

Así, cada órgano del sistema digestivo trabaja de manera interconectada para maximizar el aprovechamiento de los nutrientes y garantizar el óptimo crecimiento de los pollos Broiler.

Sistema inmune

El sistema inmune de los pollos Broiler es un componente crucial que protege al organismo contra infecciones y enfermedades, asegurando su salud y desarrollo. Está compuesto por una red de células especializadas y barreras físicas y químicas que actúan en conjunto para prevenir, identificar y eliminar agentes patógenos.

En primer lugar, los granulocitos son células inmunes esenciales que forman parte del sistema inmune innato. Estas células, como los heterófilos (equivalentes a los neutrófilos en mamíferos), contienen gránulos ricos en enzimas que destruyen microorganismos mediante procesos como la fagocitosis y la liberación de mediadores químicos. Los granulocitos representan la primera línea de defensa

celular y son fundamentales para una respuesta rápida frente a infecciones bacterianas (Abd El-Hack et al., 2022).

Por otro lado, los linfocitos son células clave del sistema inmune adaptativo, responsables de generar respuestas específicas contra patógenos. Los linfocitos B producen anticuerpos, mientras que los linfocitos T participan en la destrucción de células infectadas y en la regulación de la respuesta inmune. Esta diferenciación funcional permite una defensa más efectiva y duradera en los pollos, protegiéndolos contra reinfecciones (Zhou et al., 2021).

Además, los monocitos son células fagocíticas circulantes que se convierten en macrófagos al migrar hacia los tejidos. Estas células desempeñan un papel dual en la eliminación de patógenos y la presentación de antígenos a los linfocitos para activar el sistema adaptativo. Su capacidad para interactuar con otros componentes del sistema inmune los convierte en un puente esencial entre la inmunidad innata y la adaptativa (Wang et al., 2021).

Las células dendríticas son otro tipo de célula especializada que actúa como centinela inmunológico. Estas células capturan antígenos en los tejidos periféricos y los transportan a los órganos linfáticos, donde activan linfocitos T.) Además de su función en la presentación de antígenos, las células dendríticas regulan la magnitud y especificidad de la respuesta inmune adaptativa (Barrow et al., 2023).

En conexión con lo anterior, las células presentadoras de antígenos (APC), como los macrófagos, células dendríticas y linfocitos B, son cruciales para iniciar la respuesta adaptativa. Estas células procesan los antígenos y los presentan en moléculas del complejo principal de histocompatibilidad (MHC) a los linfocitos T.

Su papel es fundamental para dirigir una respuesta inmune efectiva y específica (Lu et al., 2020).

Por último, las barreras físicas y químicas son la primera línea de defensa del sistema inmune, evitando la entrada de patógenos. Entre las barreras físicas destacan la piel y las mucosas, que actúan como una barrera mecánica; mientras que las barreras químicas incluyen el pH ácido del tracto digestivo y las enzimas presentes en las secreciones. Estas defensas innatas son esenciales para reducir la carga patogénica antes de que el sistema inmune celular sea activado (Iqbal et al., 2021).

2.1.4. Factores de rendimiento

El rendimiento óptimo de este grupo de aves se basa en una combinación de factores ambientales y de manejo. Por ello, los encargados de parvadas de pollos broiler deben favorecer en todas las condiciones necesarias para ayudar en el crecimiento, alimentales y salud de las aves. En base al manual de manejo, los principales factores que influyen en la calidad y crecimiento del pollo de engorde son: densidad poblacional, ventilación, iluminación, suministro de alimento, calidad del pollo, salud, bienestar del ave, nutrición, temperatura, suministro de agua y estado de vacunación (Aviagen, 2020).

Entre estos factores, uno de los más cruciales en las primeras etapas de vida es la temperatura. Los pollos recién nacidos no son capaces de regular su temperatura corporal, lo que los hace vulnerables a variaciones térmicas. Además, la iluminación juega un papel importante, pues influye en la actividad,

comportamiento alimenticio y ritmos circadianos de las aves (Hubbard, 2021; Zhang et al., 2021).

Otro factor clave es la alimentación, la cual debe estar acorde a las fases de crecimiento. Esta acción ayuda al desarrollo gastrointestinal y a la capacidad de absorción de nutrientes, especialmente en las primeras etapas donde la absorción del vitelo es esencial. El agua, de la misma forma que el alimento, es esencial, pues los pollos consumen más agua que alimento, y de igual manera su cantidad se diferencia en cada fase de crecimiento (Aviagen, 2020).

Si algunos de estos factores no son promovidos adecuadamente, la parvada puede sufrir de patologías que afecten su rendimiento, que en casos extremos podrían llegar a la muerte. Por ello, la atención a cada uno de los elementos o factores es importante para una producción saludable.

2.1.5. Calidad de pollo

La calidad del pollo es un concepto amplio que abarca diversos factores que determinan la aceptabilidad del producto en el mercado, influenciando tanto la percepción sensorial del consumidor como la seguridad alimentaria. Estos factores incluyen características físicas, químicas, sensoriales y microbiológicas, los cuales están relacionados con los procesos de producción, alimentación, manejo y procesamiento del pollo.

La calidad física de la carne de pollo se refiere principalmente a atributos como la textura, el color y la firmeza. Estos son elementos cruciales para la percepción de frescura y la experiencia culinaria del consumidor. La calidad física

está influenciada por la estructura muscular y la cantidad de agua presente en la carne. Por ejemplo, la calidad de la carne de pollo puede verse afectada por alteraciones como el síndrome PSE (Pálido, Blando y Exudativo), que se caracteriza por una carne pálida y exudativa, y el síndrome DFD (Oscuro, Firme y Seco), que se asocia con una carne de color oscuro y firme. Estas alteraciones son producto de factores como el estrés durante el transporte o el sacrificio. Además, la correcta alimentación y el manejo adecuado de las aves durante su vida son esenciales para evitar estas alteraciones y mejorar la calidad física de la carne (Cerdas et al.,2022).

La calidad química del pollo hace referencia a la composición de la carne en términos de nutrientes, como proteínas, grasas, minerales y vitaminas, que son fundamentales tanto para el crecimiento del ave como para la salud humana. La nutrición de las aves influye directamente en el perfil de ácidos grasos de la carne de pollo. El balance entre ácidos grasos omega-3 y omega-6 es especialmente importante, ya que un mayor contenido de omega-3 en la carne puede ofrecer beneficios para la salud cardiovascular de los consumidores. Además, la utilización de dietas ricas en nutrientes y balanceadas no solo optimiza el crecimiento de los pollos, sino que también mejora la calidad química de la carne, asegurando un mayor valor nutritivo para el consumidor (Mielnik, 2023).

La calidad sensorial del pollo está relacionada con aspectos como el sabor, el aroma y la jugosidad, que son esenciales para la experiencia del consumidor. La composición de la dieta del pollo tiene un impacto directo en estas propiedades sensoriales, ya que una alimentación adecuada puede mejorar el sabor y la jugosidad de la carne. Por ejemplo, la inclusión de ingredientes naturales, como

hierbas y especias, en la dieta de las aves puede influir positivamente en los aromas y sabores de la carne. Además, los métodos de cocción y el almacenamiento adecuado del pollo también afectan estos atributos sensoriales. Los consumidores valoran especialmente un sabor fresco y una textura jugosa, lo que hace que la calidad sensorial sea uno de los factores determinantes para la preferencia del producto (Rodríguez & 2021).

La calidad microbiológica del pollo se refiere a la seguridad alimentaria, asegurando que el producto esté libre de patógenos peligrosos que puedan causar enfermedades. La presencia de bacterias patógenas como *Salmonella* y *Campylobacter* en la carne de pollo es una preocupación clave, ya que estas bacterias pueden causar intoxicaciones alimentarias graves. Para garantizar la calidad microbiológica, es esencial implementar buenas prácticas de manejo en la granja, como el control adecuado de la higiene y el uso de tratamientos antimicrobianos responsables. Además, el uso de probióticos y otros aditivos naturales en la alimentación de las aves ha demostrado ser eficaz en la reducción de la carga microbiana en la carne, contribuyendo a su seguridad (FAO & WHO ,2023).

La calidad de conservación del pollo está relacionada con su vida útil, que depende de factores como el pH inicial, las condiciones de almacenamiento y los métodos de procesamiento. Un pH bajo en la carne de pollo, logrado a través de un manejo adecuado post-sacrificio, ayuda a prevenir el crecimiento bacteriano y prolonga la frescura del producto. Además, el almacenamiento a temperaturas controladas y el uso de envases adecuados son prácticas esenciales para garantizar

que la carne de pollo se mantenga en óptimas condiciones hasta llegar al consumidor. La calidad de conservación es crucial tanto para evitar la descomposición del producto como para mantener su valor nutricional y sensorial durante el tiempo (Lee & Barbut, 2021).

La calidad ambiental se refiere a las prácticas de producción que minimizan el impacto en el medio ambiente y garantizan una producción sostenible de pollo. Las estrategias como el uso de dietas sostenibles y la reducción de las emisiones de gases contaminantes son cada vez más relevantes para los consumidores conscientes del medio ambiente. Además, la mejora en las condiciones de vida de los animales y el manejo ético de los pollos no solo promueven una mayor calidad del producto, sino que también responden a las demandas de un mercado que valora la sostenibilidad y el bienestar animal (Kheiralipour et al.,2023).

Patologías digestivas

En toda industria es común que surjan diversos problemas durante el proceso productivo. La industria avícola no es la excepción de estas problemáticas, enfrentando desafíos constantes relacionados a la salud de los pollos Broiler. Uno de los problemas significativos dentro de la industria son las patologías digestivas, impidiendo el rendimiento adecuado en el proceso de crecimiento de las aves, y en caso de no ser tratados a tiempo puede provocar la muerte y por tanto pérdida económica.

2.1.6. Factores que contribuyen a las patologías digestivas

Las patologías digestivas en pollos Broiler se encuentran influenciadas por diversos factores, siendo la dieta uno de ellos. La alimentación que reciben estas aves influye en la integridad intestinal y puede dar paso a la introducción de microorganismos patógenos.

Aunque la soja es una fuente de proteínas en la alimentación de las aves, también contiene factores antinutricionales, como la glicinina y la beta-conglicinina, que interfieren con los procesos digestivos. Además, el alto porcentaje de potasio en la soja puede desequilibrar el balance iónico contribuyendo a la aparición de camas húmedas. Otro de los alimentos esenciales de la dieta de los pollos de engorde, como el trigo y la cebada, poseen polisacáridos no amiláceos que aumentan la viscosidad del contenido intestinal, afectando en el tránsito de alimentos y reduciendo la absorción de nutrientes. Todo ello genera la disminución de índices productivos (Zhao et al., 2024).

Asimismo, en la etapa final de producción, las aves son trasladadas a otras instalaciones. Durante esta fase, los pollos experimentan estrés asociado al ayuno, la captura y el transporte, lo cual, combinado con cambios bruscos de temperatura, incrementa el índice de patologías digestivas y puede aumentar la mortalidad (Grijalva et al., 2021).

Por tanto, la dieta y el manejo del ambiente son los principales factores que contribuyen a la aparición de patologías digestivas en los pollos Broiler. Cualquier alteración de uno de los factores de rendimiento de los pollos de engorde puede provocar su disminución en calidad y producción.

2.1.7. Patologías comunes

Las patologías digestivas en pollos Broiler representan una de las principales preocupaciones en la industria avícola, ya que afectan tanto la salud de las aves como los factores de rendimiento, tales como el crecimiento y la producción de carne. Estas enfermedades tienen un impacto económico significativo, debido a la reducción en la productividad, los costos asociados con el tratamiento y las pérdidas por mortalidad. A continuación, se presentan algunas de las patologías más comunes que afectan a los pollos broiler en el ámbito digestivo (Emami & Dalloul, 2021).

2.1.7.1. Coccidiosis

La coccidiosis es una enfermedad parasitaria común en los pollos broiler, causada por protozoarios del género *Eimeria*. Los pollos infectados presentan síntomas de enteritis, diarrea sanguinolenta, anemia, somnolencia y plumas erizadas. La transmisión de la enfermedad ocurre cuando las aves ingieren ooquistes esporulados presentes en el ambiente. Los brotes de coccidiosis son comunes en instalaciones donde las condiciones de higiene no son óptimas. Para prevenir y tratar esta enfermedad, existen vacunas y productos anticoccidiales que, combinados con un manejo adecuado de las instalaciones, pueden reducir significativamente el riesgo de contagio. Además, la coccidiosis no solo afecta el bienestar de las aves, sino que también reduce la eficiencia alimentaria y la tasa de crecimiento, lo que genera pérdidas económicas considerables (Györke et al., 2021).

2.1.7.2. Enteritis crónica

La enteritis crónica es una de las patologías digestivas más frecuentes y causantes de importantes pérdidas económicas en la industria avícola. Esta enfermedad se produce por una alteración en la flora intestinal, lo que ocasiona una inflamación crónica en el tracto digestivo. Los síntomas incluyen diarrea severa y anorexia, y la enfermedad suele aparecer entre las 2 y 8 semanas de vida. La enteritis crónica está asociada con la inmunosupresión, que favorece el crecimiento de bacterias patógenas como *Clostridium perfringens*. La prevención de esta enfermedad involucra un adecuado manejo sanitario, la optimización de la alimentación y el control de factores de estrés en las aves (Cervantes, 2022).

2.1.7.3. Salmonelosis

La salmonelosis es una enfermedad bacteriana que afecta principalmente el tracto digestivo de los pollos, causada por la bacteria *Salmonella*. Aunque la incidencia de salmonelosis puede variar dependiendo del manejo y las condiciones sanitarias, es una de las principales preocupaciones en la salud digestiva de las aves. Los síntomas incluyen diarrea, deshidratación y fiebre. La transmisión de *Salmonella* ocurre principalmente a través de la ingestión de alimentos o agua contaminada. A pesar de su menor frecuencia en comparación con otras enfermedades, la salmonelosis es de gran relevancia debido a su potencial para causar brotes de infecciones zoonóticas en los humanos. Las medidas preventivas incluyen una estricta bioseguridad, el control de la contaminación en los alimentos y agua, y el uso de antibióticos en tratamientos específicos, aunque su uso debe ser manejado con cautela para evitar la resistencia bacteriana (Heredia & García, 2023).

2.1.7.4. Enfermedad de Gumboro

La enfermedad de Gumboro, también conocida como infecciones por Avian Infectious Bursal Disease (IBD), es una patología viral que afecta principalmente el sistema inmunológico de los pollos. El virus de la enfermedad de Gumboro ataca la Bursa de Fabricio, una glándula crucial para el desarrollo de la respuesta inmune en las aves. Esta enfermedad se presenta comúnmente en pollos jóvenes y puede causar inmunosupresión, lo que los hace más susceptibles a otras infecciones secundarias. Los síntomas incluyen diarrea, depleción de la musculatura y una disminución significativa en la tasa de crecimiento. Para su control, existen vacunas que son eficaces para reducir la incidencia de la enfermedad, y la prevención depende de una correcta gestión de la bioseguridad en la granja avícola (Teshome et al., 2023).

2.1.7.5. Reovirus Aviar

El reovirus aviar es un patógeno viral que puede afectar a los pollos broiler, causando diversos síntomas en el tracto digestivo y otros sistemas. Esta enfermedad es frecuente en pollos jóvenes y se manifiesta a través de diarrea, inflamación en los músculos y dificultades respiratorias. El reovirus afecta principalmente la capacidad de absorción intestinal y puede generar una reducción en la eficiencia alimentaria. Aunque el control específico de esta enfermedad sigue siendo un desafío, el manejo adecuado de la dieta, la mejora de las condiciones sanitarias y la implementación de prácticas de vacunación preventiva pueden reducir los efectos de la infección. El reovirus aviar no solo afecta la salud de las aves, sino que

también disminuye su rendimiento productivo, lo que genera pérdidas económicas (Beltrán et al.,2021).

2.1.8. Impacto de patologías en el rendimiento

La salud intestinal en los pollos broiler es un indicador clave para el éxito productivo. Existen dos aspectos importantes desarrollados por una buena salud intestinal. La primera es el desarrollo metabólico de digestión y absorción de nutrientes y la segunda es la protección de posible invasión de microorganismos patógenos (Rodríguez, 2023). Ahora bien, si la salud se ve alterada por alguna enfermedad puede producir un impacto en el rendimiento del animal, afectando el crecimiento y la productividad.

Los procesos que se activan al momento cuando la salud intestinal del animal se ve afectado.

1. Respuesta inmune: En base al reconocimiento de microorganismos patógenos en el intestino se genera una respuesta inmune para evitar daños o infecciones, de modo que uno de los mecanismos presentes es la respuesta inflamatoria.
2. Efectos prolongados: En caso de que la respuesta inflamatoria no ha dado resultado, se tiene como consecuencia la alteración de la integridad intestinal, provocando un gasto energético derivado a la reparación del tejido en el proceso inflamatorio.
3. Factores de estrés: Al persistir la enfermedad se activa una inflamación crónica que afecta al bienestar de las aves y por tanto a los índices productivos. En esta etapa, las aves consumen gran parte de alimento

y energía como intento de sanarse, sin embargo, la respuesta inflamatoria combinado con este hecho puede generar pérdidas en la producción

4. Trastornos y patologías: Si las patologías no son curadas, los mecanismos de protección innatos van disminuyendo, siendo el ave más propensa de poseer trastornos y un crecimiento excesivo de patógenos (Rodríguez, 2023).

Es importante evitar o disminuir las patologías en los pollos broiler, ya que su descuido puede significar pérdidas productivas debido a las patologías generadas. Además, se considera esencial el uso de alternativas desde temprana edad para que actúen como una capa de protección del intestino.

2.1.9. Estrategias de control y precaución

Las aves poseen características fisiológicas diferentes a los mamíferos, siendo necesario conocer previamente su sistema de cría y explotación comercial para saber cómo influye su reacción ante infecciones y fármacos.

Para ello existen unos tratamientos antimicrobianos que son sustancias químicas para combatir microorganismos. Para su elección y aplicación, es necesario tener en cuenta factores determinantes como el agente etiológico, las propiedades del antimicrobiano, y las características del animal. Su forma de aplicación puede ser mediante vía oral, a través de agua o alimento, parenteral y local. Además, es necesario mencionar que todo antibiótico puede dejar residuos en el sistema inmunológico del ave (Borrell, 2021).

Por otro lado, la mezcla de probióticos y fitobióticos ayudan a suplir el uso de antibióticos ya que el núcleo nutricional natural es un mejor promotor de alimentación en los pollos de engorde (Nuñez, 2020).

En relación con los probióticos se los define como suplemento alimenticio microbiano vivo que beneficia al animal huésped mediante el mejoramiento de su equilibrio microbiano intestinal. Además, es un producto natural que ayudan al crecimiento y al rendimiento de los animales, con una mayor resistencia inmunológica. No obstante, estas alternativas pueden resultar costosas y no siempre son consistentes en diferentes condiciones de manejo (Alagawany et al., 2021).

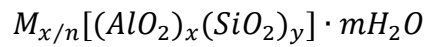
Zeolita

2.1.10. Generalidades

La zeolita es un mineral que ha generado importancia en diversas industrias debido a sus propiedades de absorción. El término proviene del griego, donde “zeo” significa hervir y “lithos” significa piedra. Son rocas o minerales característicos por su poder de absorción (Valpotić et al., 2021).

Los minerales son importantes en el desarrollo, crecimiento y mantenimiento de los tejidos, y la zeolita es utilizada en la alimentación de pollos broiler debido a sus propiedades químicas y físicas, que resultan en mejoras en los índices de conversión alimenticia (Camacho et al., 2022).

Las zeolitas son minerales aluminosilicatos hidratados con cationes alcalinos y alcalinotérreos, que presentan estructuras tridimensionales de tetraedros de silicio. Es así como su fórmula empírica es:



Este mineral es de color verde grisáceo o beige claro, con un punto de fusión de 1300 C°, una humedad entre 3-5%, un pH de 7.0-7.5, retiene el agua en un 20-25%, tiene una granulometría de 100% < 1.0mm y una densidad de bulto de 0.7-0.9 gr/cm³ (Valpotić et al., 2021).

En el ámbito avícola, el uso de zeolitas como suplemento alimenticio en aves ha demostrado resultados positivos. La inclusión de este mineral en la alimentación de pollos puede aumentar su peso entre un 25% a un 29% más que aquellos alimentos sin este suplemento (Nuñez, 2020).

Existen zeolitas naturales y sintéticas. Las zeolitas sintéticas se generan a partir de reactivos químicos y son menos resistentes en un medio ácido, mientras que las naturales provienen de la deposición de cuerpos minerales volcánicos y tiene mayor resistencia en medios ácidos. Además, existen diferentes clases de zeolitas, cada una con características particulares que pueden ayudar en el estudio y descubrimiento de estas (Mgbemere et al., 2023).

Figura 1

Zeolita natural



Nota. Tomada de *Enmiendas Minerales Agrícolas*. Calmosacorp (2023).

2.1.11. Propiedades de la Zeolita

La zeolita es un mineral natural de origen volcánico que posee una estructura cristalina porosa y altamente absorbente. Su composición y propiedades fisicoquímicas lo han convertido en un aditivo prometedor para la industria avícola, especialmente en el control de patologías digestivas en pollos Broiler. Su capacidad para adsorber toxinas, regular el microbiota intestinal y mejorar la salud digestiva de las aves lo hace especialmente útil en la prevención y tratamiento de diversas enfermedades digestivas comunes en las aves. A continuación, se analizan algunas de las propiedades más relevantes de la zeolita y su impacto en la salud intestinal de los pollos Broiler.

Una de las propiedades más destacadas de la zeolita es su capacidad para adsorber toxinas, compuestos orgánicos y metales pesados, lo que la convierte en un excelente agente para mejorar la salud intestinal de las aves. Las propiedades adsorbentes de la zeolita permiten que este mineral atrape las toxinas producidas por bacterias patógenas, como *Clostridium perfringens*, que son responsables de enfermedades como la enteritis necrótica. Este mecanismo no solo ayuda a reducir la carga bacteriana en el tracto digestivo, sino que también mejora la absorción de

nutrientes en los pollos. Además, la capacidad de la zeolita para adsorber amoníaco y otros compuestos tóxicos mejora la calidad del ambiente en las instalaciones avícolas, lo que contribuye a la prevención de enfermedades respiratorias y digestivas (Ketta & Tůmová, 2021).

La zeolita tiene un efecto modulador sobre el microbiota intestinal, favoreciendo el crecimiento de bacterias beneficiosas y limitando el crecimiento de patógenos. El uso de zeolita en la dieta de los pollos Broiler puede promover un equilibrio microbiológico favorable, lo que a su vez contribuye a la reducción de enfermedades digestivas. Su acción sobre el microbiota intestinal se debe a su capacidad para proporcionar un entorno estable en el intestino, favoreciendo la proliferación de bacterias probióticas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Este equilibrio microbiano adecuado reduce la incidencia de patologías como la coccidiosis y la enteritis, mejorando la salud general de las aves y su capacidad de crecimiento (Ciosek et al., 2021).

La zeolita no solo tiene efectos adsorbentes, sino que también presenta propiedades antimicrobianas que ayudan a controlar la proliferación de microorganismos patógenos en el tracto digestivo. Estudios han demostrado que la zeolita tiene un efecto inhibitor sobre patógenos como *Salmonella* y *Escherichia coli*, dos de los agentes causales más comunes de enfermedades digestivas en pollos Broiler. Estas propiedades antimicrobianas se deben a su estructura porosa y a su capacidad para liberar iones metálicos que pueden interferir con el crecimiento bacteriano. El uso de zeolita en la dieta de los pollos contribuye a una reducción de

la carga bacteriana en el intestino, mejorando la salud digestiva y reduciendo la necesidad de antibióticos en las aves (Majid, 2020).

Otra propiedad clave de la zeolita es su capacidad para mejorar la digestibilidad de los alimentos y la absorción de nutrientes en los pollos. La inclusión de zeolita en la dieta de los pollos Broiler puede mejorar la eficiencia en la conversión alimentaria al optimizar la digestión de nutrientes como proteínas, grasas y carbohidratos. La estructura porosa de la zeolita facilita la liberación controlada de nutrientes y mejora la uniformidad en la absorción de estos. Además, la zeolita contribuye a la mejora de la función intestinal, ayudando a prevenir trastornos digestivos como la disbacteriosis, que se caracteriza por un microbiota intestinal anormal y una baja digestibilidad de los alimentos (Prasai et al., 2021).

La zeolita es ampliamente reconocida por sus propiedades desintoxicantes, que le permiten eliminar o neutralizar sustancias tóxicas en el organismo de las aves. Este mineral tiene la capacidad de eliminar micotoxinas y otros compuestos perjudiciales presentes en los alimentos de los pollos. Las micotoxinas, producidas por hongos como *Aspergillus* y *Fusarium*, pueden contaminar los alimentos y causar enfermedades en las aves, además de reducir su rendimiento productivo. La inclusión de zeolita en la dieta de los pollos ayuda a reducir la absorción de estas toxinas en el tracto digestivo, lo que mejora la salud intestinal (Hassan et al., 2021).

La zeolita también ha mostrado efectos positivos sobre el sistema inmunológico de los pollos. El uso de zeolita en la alimentación avícola puede aumentar la resistencia a enfermedades al fortalecer la respuesta inmune de las aves. La presencia de minerales esenciales en la zeolita, como el zinc y el cobre, favorece

la actividad de las células del sistema inmune, mejorando la capacidad de las aves para defenderse contra infecciones bacterianas y virales. Además, el ambiente intestinal equilibrado proporcionado por la zeolita también contribuye a la mejora de la inmunidad, reduciendo la susceptibilidad a enfermedades como la enteritis crónica y la coccidiosis (Rocher et al., 2024).

2.1.12. Aplicaciones

Existe una gran variedad de aplicaciones de zeolita, dependiendo de la necesidad que desea solventar su consumidor. Las principales áreas de uso de este mineral son (Carlosama, 2023):

- **Control ambiental:** Se emplea en el tratamiento de aguas residuales, la limpieza de gases emitidos por chimenea y producción de oxígeno, y la gestión de desechos radioactivos.
- **Agricultura:** Su uso incluye la nutrición animal, el tratamiento de excrementos animales y la adsorción de pesticidas, fungicidas y herbicidas.
- **Conservación de energía:** Utilizada para purificar gas natural, en sistemas de energía solar y en la producción de petróleo.
- **Minería y metalurgia:** Ayuda en la adsorción de metales pesados y procesos metalúrgicos.

2.1.13. Dosis de inclusión

Los niveles de inclusión de zeolita en la alimentación animal varían entre el 1 al 10%. Las zeolitas sintéticas se recomiendan en niveles de 1%, mientras que las

naturales pueden incluirse hasta en un 10%. La cantidad de dosis depende las propiedades físicas y químicas de la zeolita empleada (Hassan et al., 2021).

2.1.14. Eficiencia alimenticia y utilización de nutrientes

En cuanto a la eficiencia alimenticia tanto en pollos de engorde como en gallinas ponedoras, el principal beneficio del a Zeolita radica en su efecto positivo. Los efectos de la zeolita en la eficiencia alimenticia pueden estar relacionados con la disminución de la velocidad de tránsito intestinal, la estimulación de la actividad enzimática y su influencia positiva en la microflora intestinal (Hassan et al., 2021).

2.1.15. Proceso de obtención

El proceso de obtención de la zeolita involucra una serie de etapas que incluyen la extracción, purificación y activación del mineral. La zeolita es un mineral natural, principalmente compuesto por sílice y aluminio, con una estructura microporosa que le confiere sus propiedades únicas, como la capacidad de adsorber y desintoxicar. A continuación, se describen los principales métodos de obtención de la zeolita, los cuales permiten que este mineral se utilice en diversas aplicaciones, incluyendo su uso como aditivo en la alimentación avícola para el control de patologías digestivas en pollos Broiler.

El primer paso en el proceso de obtención de la zeolita es la extracción del mineral desde yacimientos naturales. La zeolita se encuentra principalmente en formaciones sedimentarias que se originan por la interacción de cenizas volcánicas con soluciones alcalinas. La extracción de zeolita generalmente se realiza mediante minería a cielo abierto, donde se utilizan métodos de excavación y trituración para

obtener el mineral crudo. El mineral extraído se somete a un proceso de trituración y molienda para obtener partículas de tamaño adecuado para su uso en diversas aplicaciones. La calidad de la zeolita extraída depende en gran medida de las condiciones geológicas del yacimiento y del proceso de extracción utilizado (Cekmer, 2022).

Una vez extraída, la zeolita cruda debe ser purificada para eliminar impurezas como arcillas, carbonatos y otros minerales no deseados. La purificación de la zeolita generalmente se realiza mediante procesos de lavado con agua y tratamientos químicos. El lavado con agua ayuda a remover las impurezas solubles en agua, mientras que los tratamientos químicos con soluciones ácidas o alcalinas permiten disolver otros contaminantes no deseados, como los óxidos metálicos. Este proceso es crucial para obtener zeolitas de alta pureza, las cuales tienen una mayor capacidad de adsorción y son más eficaces en aplicaciones como la mejora de la salud digestiva en pollos Broiler (Abarca, 2021).

El siguiente paso en el proceso de obtención de la zeolita es la activación, que mejora sus propiedades de adsorción y desintoxicación. La activación de la zeolita se realiza a través de un tratamiento térmico o un proceso de intercambio iónico. El tratamiento térmico consiste en calentar la zeolita a temperaturas elevadas, lo que favorece la eliminación de agua estructural y mejora la porosidad del material, aumentando su capacidad de adsorción. Por otro lado, el intercambio iónico es un proceso que consiste en reemplazar los cationes presentes en la estructura de la zeolita (como el sodio) por otros cationes, como el calcio o el

potasio, lo que mejora su capacidad de interacción con compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el tracto digestivo de los pollos (Ayala, 2020).

Una vez que la zeolita ha sido extraída, purificada y activada, se prepara para su inclusión en la dieta de los pollos Broiler. La zeolita debe ser procesada en partículas finas para que pueda ser fácilmente incorporada a los piensos. Dependiendo de su forma, puede ser utilizada directamente o como parte de una mezcla con otros aditivos para mejorar su eficacia. La zeolita activada puede ser mezclada con alimentos balanceados para pollos Broiler en dosis controladas, con el fin de aprovechar sus propiedades adsorbentes, antimicrobianas y desintoxicantes, mejorando así la salud intestinal y reduciendo el riesgo de patologías digestivas como la coccidiosis y la enteritis crónica (Camacho et al., 2022).

El proceso de obtención de la zeolita debe tener en cuenta su impacto ambiental, ya que la minería a cielo abierto puede generar efectos negativos, como la degradación del suelo y la alteración de los ecosistemas. Sin embargo, la extracción de zeolita es generalmente menos invasiva en comparación con otros minerales, y su reciclaje y reutilización son posibles en diversas aplicaciones industriales. Además, la zeolita es un mineral natural que no presenta riesgos de acumulación tóxica en el medio ambiente, lo que la convierte en una opción más sostenible en comparación con otros compuestos químicos utilizados en la industria avícola (Mgbemere et al., 2023).

2.1.16. Efectos en la producción avícola

Como se mencionó, la zeolita se destaca por sus propiedades físicas y químicas que ayudan en el aporte alimenticio en las aves. Su uso mejora el crecimiento y el peso de los pollos Broiler, lo que la convierte en una alternativa esperanzadora a nivel nacional e internacional. Además, la salud de las aves mejoró considerablemente, ya que la zeolita redujo la incidencia de diarrea y eliminó los olores amoniacales en los alojamientos avícolas (Zambrano, 2021).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Ubicación de la investigación

- **Localización de la investigación**

La presente investigación se desarrolló en el galpón avícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente de la prestigiosa Universidad Estatal de Bolívar el cual se encuentra ubicado en el Cantón Guaranda, Parroquia Gabriel Ignacio Veintimilla, Sector Laguacoto II

- **Situación geográfica y climática**

Tabla 2

Descripción de la situación geográfica y climática en Laguacoto II

Altitud	2830 msnm
Latitud	01° 36' 52" S
Longitud	78° 59' 54" W
Temperatura máxima	21 °C
Temperatura mínima	7 °C
Temperatura media anual	14.4 °C
Heliofanía media anual	900 horas/luz/año
Humedad relativa media anual	70%
Precipitación	980 mm

- **Zona de vida**

La ciudad de Guaranda es clasificada como un piso altitudinal Montano bajo o Templado. Posee condiciones de temperatura el cual varía desde los páramos fríos hasta el subtropical cálido. Los veranos son cortos y parcialmente nublados, mientras que los inviernos son fríos, mojados y parcialmente nublados.

Metodología

2.1.17. Material en estudio

En la investigación se utilizaron doscientos cuarenta pollos de un día de nacidos de la línea Cobb 500 los mismos que fueron distribuidos en cuatro tratamientos, llegaron vacunados contra la enfermedad de Marek y gumboro. Las aves fueron sometidas a cuatro tratamientos, y cuatro repeticiones cada una, estas mantenían un peso promedio de 45 gr. De la misma forma las unidades experimentales se construyeron en bloques de dos metros dando un total de 16 bloques experimentales, cuatro por cada tratamiento cada uno con una capacidad para quince pollos por tratamiento.

2.1.18. Factores en estudio

Variables independientes

En la siguiente investigación se administró 3 niveles de zeolita en pollos Broiler, con los siguientes factores en estudio.

Factor (a): Pollos Broiler

A1: 240 pollos Broiler

Factor (b): Niveles de Zeolita

(b₁): Administración de agua pura

(b₂): Administracion de zeolita 1cc por litro de agua

(b₃): Administracion de zeolita 2cc por litro de agua

(b₄): Administracion de zeolita 3cc por litro de agua.

2.1.19. Tratamientos

Tabla 3

Tratamientos en estudio

Tratamiento	Código	Detalle
T1	a₁b₁	Pollos broiler + agua pura (Testigo)
T2	a₁b₂	Pollos broiler + 1 cc de zeolita
T3	a₁b₃	Pollos broiler + 2cc de zeolita
T4	a₁b₄	Pollos broiler + 3 cc de zeolita

2.1.20. Descripción técnica del ensayo

Tabla 4

Descripción técnica del ensayo

Número de localidades	1
Número de tratamientos	4

Número de repeticiones	4
Número de animales por tratamiento	60
Número de animales en total	240

2.1.21. Tipo de diseño experimental o estadístico

El tipo de diseño que se utilizó en la investigación para medir las diferentes dosis de zeolita fue un Diseño de bloques completos al azar (DBCA), cuyo modelo aditivo lineal es :

$$X_{ij} = u + t_i + i_j$$

U= medida poblacional

T_i= efecto de tratamientos

I_j=efecto del error experimental

Todos los datos recolectados se analizaron mediante ANOVA de una vía y la prueba de rango múltiple de Tukey para detectar diferencias significativas (P <0,05), utilizando el software estadístico R.

2.1.22. Métodos de evaluación y datos a tomarse

Peso Inicial (PI)

Esta variable se midió a la llegada de los pollitos para lo cual utilizamos una balanza de precisión y se registró en cada uno de los tratamientos. Peso en gramos.

Antes de ingresar a cada cuartón fueron sorteados al azar para registrar el peso en su respectiva hoja de control para cada tratamiento y sus respectivas repeticiones

Peso semanal (PS)

Se evaluó de la misma manera que el peso inicial hasta que termino la investigación, donde se tomó el peso de cada uno de los pollos semanalmente, expresando en gramos.

Peso final PF

Al término de la investigación en cada uno de los tratamientos se utilizó el promedio de los pesos para determinar esta variable.

Ganancia de peso semanal (GPS)

Variable que se estableció al restar el valor del peso promedio de los pollos de la semana anterior al valor del peso promedio de los pollos de la semana actual, expresado en gramos.

$$GPS = \text{Peso semana actual} - \text{Peso inicio de semana}$$

Consumo de alimento total (CAT)

Esta variable se determinó al sumar todo el consumo semanal hasta la finalización de la investigación de cada uno de los tratamientos, se lo realizó mediante la siguiente fórmula:

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

Conversión alimenticia (CA)

Se evaluó la eficiencia en la conversión alimenticia para cada tratamiento hasta que se concluyó la investigación, en donde se empleó la siguiente fórmula:

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

Mortalidad (%M)

Se expreso la cantidad de aves muertas acumuladas en el transcurso de la investigación. Se expreso de la siguiente forma.

$$\%Mortalidad = \frac{\text{Número de pollos muertos}}{\text{Número de pollos ingresados}} \times 100$$

Medición de pH intestinal

Para esta variable se utilizó una cinta que colocamos al sacrificar al animal y se estableció el tipo pH intestinal que tiene

Costo - beneficio

Esta variable se identificó una vez terminada la investigación para conocer cuál de los tratamientos nos dios mejor resultado en relación igual al costo de inversión.

$$\text{Costo} - \text{Beneficio} = \frac{\text{Total de ingresos}}{\text{Total de egresos}}$$

2.1.23. Manejo de la investigación

- **Limpieza y desinfección del galpón**

La siguiente investigación inició con la limpieza del galpón para las aves. Posteriormente se barrera todas las áreas del galpón con el fin de eliminar polvo y basura. Luego de esto se trapeará y con la ayuda de la bomba para fumigar, se pondrá yodo y creolina para la desinfección del lugar.

- **Preparación del galpón**

Para la preparación del galpón se tapó con cortinas de lonas con el fin de mantener el calor y ventilación debida dentro del área de investigación.

También se procedió a realizar la cama, se instalaron focos para mantener caliente el área donde entran los pollos además se ubicaron bebederos y comederos.

En cuanto a la selección de la muestra se utilizó el 100% de la población, ya que al ser una investigación pecuaria es necesario tomar a toda la población para obtener mejores resultados previo al inicio de la investigación. De manera inicial se procedió a efectuar una limpieza total de todo el ambiente que se utilizó en la investigación, la bodega y oficina en el área destinada a la investigación.

De forma seguida se aplicó un desinfectante para el ambiente durante unos 15 días se mantendrá completamente cerrado para que actúe el desinfectante e iniciar con el protocolo de bioseguridad. De forma seguida se procede a colocar la cama la misma que será de tamo de arroz en un expresar de 10 cm para adecuar

igualmente un área de recepción al momento de la llegada de los pollitos que se mantengan en un proceso de adaptación.

- **Construcción y rotulación de las divisiones por tratamiento dentro del galpón**

Se identificó cada uno de los tratamientos y repeticiones y se colocó el letrero especificando la descripción de los tratamientos.

- **Compra y adquisición de los pollos**

Se adquirió pollos broiler de la línea Cobb 500 de la empresa Agripac de un día de nacidos con el fin de dividirlos en cada uno de los tratamientos propuestos en la investigación.

Ingreso

Se instalaron criadoras de 40 cm de diámetro con 24 horas de anticipación, utilizando 2 cilindros de gas y un termómetro para controlar la temperatura. Además, se colocó un pediluvio en la entrada del galpón, que contiene agua y creolina para la desinfección. Estas actividades se realizaron un día antes de la llegada de los pollitos bebé. Los pollos se ubicaron inicialmente en una cuna general durante la primera semana de vida. Al cumplir 8 días, serán distribuidos de manera aleatoria en los diferentes cuartos, según el diseño experimental, con 60 pollos por repetición, sumando un total de 240 pollos en el experimento.

- **Distribución de los animales**

Posterior a la construcción de las divisiones en el galpón las cuales representan a los tratamientos propuestos anteriormente como T1, T2, T3, T4 designados 60 animales por cada tratamiento con 4 repeticiones dando un total de 240 pollos.

- **Alimentación y nutrición en los tratamientos de pollos broiler**

Todos los tratamientos serán alimentados con alimento de tipo comercial se dará de acuerdo con la tabla de consumo del pollo

Administración de tratamiento y control en pollos

El manejo desde el primer día se lo realizó con vitaminas más electrolitos conjuntamente con un antibiótico para asegurar una muy buena cicatrización umbilical, el control de temperatura se lo hizo diariamente de acuerdo a las necesidades del ave ,las mismas que serán registradas semanalmente hasta que cumplan los 21 días se realizaron todos los manejos de bioseguridad para evitar el ingreso de cualquier patógeno que afecte a nuestra investigación, además se aplicará los tratamientos (Zeolita).

- **Control de temperatura**

El control de temperatura se realizó en base a la edad y los requerimientos estandarizados para pollos Broiler de engorde para la región andina (Sierra) del Ecuador, en donde, durante la primera semana de vida se inicia con 32°C y al séptimo día terminara en 30°C, en la segunda semana de vida la temperatura iniciará en 30 °C y finalizará en 26°C, en la tercera semana de vida la temperatura iniciará

con 25 °C y finalizará con 24 °C, en la cuarta y última semana de utilización de las criadoras como fuente de calor.

- **Proceso de vacunación**

Se realizó en dependencia de la zona donde se encontró la explotación y la procedencia del pollo BB. Se recomienda vacunar por lo menos para las patologías más comunes. Bronquitis: Aplicar en el día 1 de vida del pollito BB por vía ocular o nasal. Newcastle: Aplicar a los 7 días de edad de los pollitos por vía ocular u oral. Gumboro: Aplicar a los 14 días de edad de los pollos de engorde por vía ocular u oral. Vacuna mixta (Newcastle – Bronquitis) a los 21 días

- **Análisis de datos**

El análisis de los datos se realizó mediante el uso de paquetes estadísticos con el fin de obtener resultados y conclusiones de los datos que permitan determinar la calidad de los tratamientos sugeridos en el manejo de pollos Broiler.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Con la finalidad evaluar los diferentes niveles de Zeolita en el control de patologías digestivas durante la etapa de producción en pollos Broiler, se procedió a realizar el análisis estadístico que permita identificar la dosis de zeolita óptima, para ello se inició del análisis estadístico ANOVA en referencia a la ganancia de peso debido a que las patologías digestivas en los pollos Brioler incide en el bajo rendimiento en pollos, por lo que la Gancia de peso es un indicativo de que los tratamientos analizados lograron reducir los problemas digestivos y mejoraron la conversión alimenticia de los sujetos de investigación. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Ganancia de peso

Tabla 5

Variable peso inicial

Variable	N	R²	R² Aj	CV	
Peso inicial	40	0,15	0,08	2,26	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Peso inicial	8,83	3	2,94	2,06	0,1230
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T3	39,90	10	0,38	A	
T4	40,33	10	0,38	A	
T2	40,55	10	0,38	A	
T1	41,20	10	0,38	A	

En la variable "peso inicial" de los pollos broiler, se evaluaron cuatro tratamientos T1, T2, T3 y T4 relacionados probablemente a diferentes niveles de inclusión de zeolita. El coeficiente de determinación R^2 fue de 0,15, lo que indica que el modelo explica apenas un 15 % de la variabilidad en el peso inicial, mientras que el R^2 ajustado fue de 0,08, sugiriendo que la bondad de ajuste es baja. El coeficiente de variación CV fue de 2,26 %, lo cual denota una buena homogeneidad de los datos, ya que un CV bajo $<10\%$ es deseable en estudios de producción animal (Bonilla, 2018).

El análisis de varianza ANOVA mostró un valor de $p = 0,1230$, mayor al nivel de significancia usual $p < 0,05$, indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para el peso inicial de los pollos, esto es correcto ya que al tomar a los sujetos de investigación de manera inicial se da cumplimiento al principio de aleatorización con la finalidad de evitar sesgos de investigación.

La ausencia de diferencias significativas en el peso inicial entre los tratamientos es esperada, dado que los pollos broiler generalmente se asignan a los tratamientos después de la eclosión de manera aleatoria, asegurando homogeneidad en las condiciones iniciales (Galeano et al., 2021). En investigaciones de nutrición o intervención digestiva, es fundamental que las condiciones iniciales sean comparables para que cualquier efecto observado durante el experimento pueda atribuirse a los tratamientos aplicados y no a diferencias preexistentes.

Un R^2 bajo en esta fase inicial no es preocupante, ya que el peso inicial está más influenciado por factores como el manejo en incubadora y las condiciones de

transporte post-eclosión, más que por el tratamiento dietético (Guevara, 2021). Además, un CV bajo 2,26 % respalda la confiabilidad de las mediciones, dado que refleja una variación mínima dentro de los grupos, cumpliendo un criterio técnico importante en ensayos productivos (Pereira & Vasquez, 2021).

Figura 1

Variable peso inicial

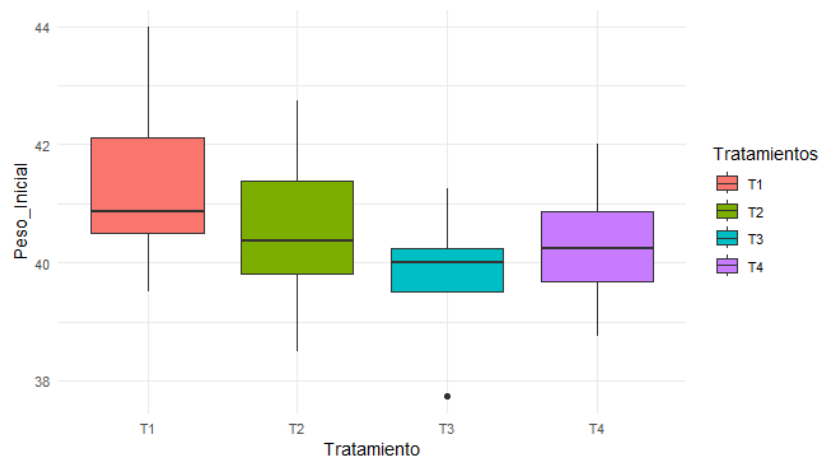


Tabla 6

Ganancia de peso semana 1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Semana 1	40	<u>0,42</u>	0,38	2,26	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Semana 1	435,05	3	145,02	8,82	0,0002
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	174,38	10	1,28	A	
T2	179,53	10	1,28	B	
T3	181,45	10	1,28	B	
T4	183,18	10	1,28	B	

En la variable "ganancia de peso" de los pollos broiler durante la Semana 1, los resultados muestran un R^2 de 0,42 y un R^2 ajustado de 0,38, lo que indica que el modelo explica aproximadamente 42 % de la variabilidad en la ganancia de peso, una proporción considerablemente aceptable en estudios de producción animal (Santos, 2021). El coeficiente de variación se mantiene bajo 2,26 %, lo cual garantiza consistencia y homogeneidad en las mediciones realizadas.

El análisis de varianza ANOVA arrojó un p-valor de 0,0002, que es altamente significativo $p < 0,001$. Esto demuestra que existen diferencias estadísticas significativas en la ganancia de peso entre los tratamientos evaluados. En cuanto al análisis a través de Tukey se muestra que el tratamiento T4 mostró la mayor ganancia de peso (183,18 g), seguido por T3 181,45 g, T2 179,53 g, y finalmente T1 174,38 g. En la prueba de comparación de medias, T1 fue asignado a la letra "A", mientras que T2, T3 y T4 fueron agrupados bajo la letra "B". Esto indica que el T2, T3 y T4 no presentan diferencias significativas entre sí.

La presencia de diferencias significativas en la ganancia de peso a favor de los tratamientos que presumiblemente incluyen zeolita sugiere que la adición de este mineral puede tener un efecto positivo sobre la eficiencia digestiva y la salud intestinal de los pollos en la primera semana de vida. Como mencionan Cedeño (2022), las zeolitas mejoran el entorno gastrointestinal al adsorber toxinas, reducir la humedad intestinal y optimizar el intercambio iónico, factores que pueden conducir a mayores tasas de crecimiento en aves jóvenes.

El hecho de que T1 probablemente el tratamiento control o de menor inclusión de zeolita presentara una ganancia de peso significativamente inferior

respalda la hipótesis de que niveles adecuados de zeolita en la dieta potencian el desempeño productivo. Esto coincide con lo reportado por Arroyo (2021), quienes observaron mejoras significativas en parámetros de crecimiento en broilers alimentados con dietas suplementadas con zeolitas naturales.

El valor relativamente alto de R^2 42 % para un ensayo biológico de corta duración indica que la variación en la ganancia de peso está fuertemente influenciada por los tratamientos dietéticos, en comparación con otros factores externos (Zambrano, 2017). Desde el punto de vista productivo, estos resultados son muy relevantes, ya que una mayor ganancia de peso inicial en pollos broiler se asocia generalmente con mejores desempeños productivos finales, dado que las aves que ganan más peso en la primera semana tienden a mantener tasas de crecimiento superiores (Potosí, 2022).

Figura 2

Variable peso semana 1

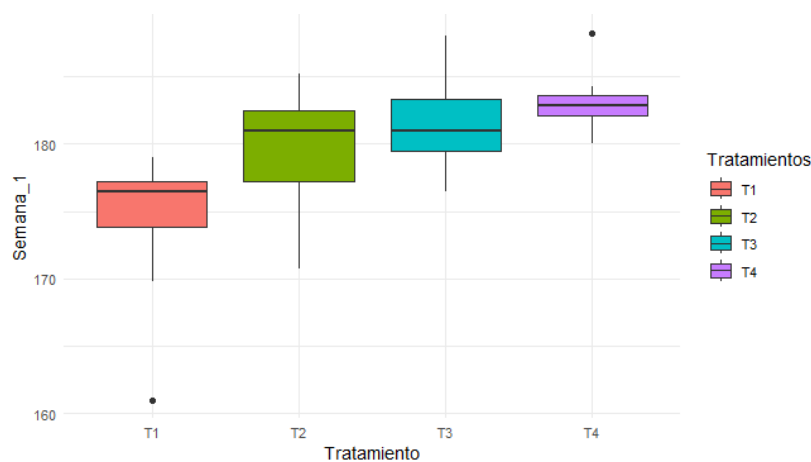


Tabla 7*Ganancia de peso semana 2*

Variable	N	R²	R² Aj	CV	
Semana 2	40	0,81	0,79	0,82	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Semana 2	1805,83	3	601,94	50,27	<0,0001
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	409,53	10	1,09	A	
T2	419,58	10	1,09	B	
T3	423,65	10	1,09	B	C
T4	427,58	10	1,09	C	

En la variable "ganancia de peso" durante la Semana 2, los resultados muestran un R² de 0,81 y un R² ajustado de 0,79, lo que implica que el modelo explica aproximadamente 81 % de la variación en la ganancia de peso, un valor muy alto y satisfactorio para estudios biológicos en animales de producción (Loja, 2017). El coeficiente de variación es de 0,82 %, indicando una variabilidad extremadamente baja y, por tanto, una gran homogeneidad entre las mediciones de los tratamientos.

El análisis de varianza ANOVA arrojó un p-valor < 0,0001, altamente significativo, confirmando la existencia de diferencias estadísticas muy marcadas entre los tratamientos en cuanto a la ganancia de peso. Respecto al análisis a través del estadístico de TUKEY se observa que el T4 alcanzó la mayor ganancia de peso 427,58 g, seguido de T3 423,65 g, T2 419,58 g y T1 409,53 g. Se evidencia que el T1 del grupo A significativamente menor que todos los demás.

Los resultados de la Semana 2 refuerzan y amplifican las tendencias observadas en la Semana 1, indicando que los efectos positivos de la zeolita sobre el crecimiento no solo son inmediatos, sino que además se consolidan y aumentan con el tiempo. Esto es coherente con los hallazgos de Lema (2012), quienes demostraron que la inclusión de clinoptilolita en la dieta de pollos mejora la absorción de nutrientes, reduce la incidencia de alteraciones digestivas y, en consecuencia, potencia la ganancia de peso.

El R^2 de 81 % es indicativo de que los tratamientos aplicados son el principal factor explicativo de las diferencias en ganancia de peso, con muy poca interferencia de factores externos. Esto habla de un diseño experimental robusto y de la alta sensibilidad del modelo para detectar efectos reales (Quishpe, 2021). La diferencia significativa entre T1 y los demás tratamientos sugiere que la suplementación con zeolita es determinante para maximizar el crecimiento en esta etapa temprana de la vida del broiler. La mejora progresiva en el peso puede estar asociada a mecanismos como:

Reducción de toxinas y amoníaco intestinal (Bonilla, 2018), mejora en la integridad de la mucosa intestinal (Wu et al., 2013), mayor disponibilidad de nutrientes para el crecimiento.

Desde una perspectiva de producción comercial, estas diferencias de 10-18 g por ave en una semana representan ganancias económicas considerables al multiplicarse por el número de aves en producción (Chela, 2020). Cabe destacar que el tratamiento T4, que registró la mejor ganancia de peso, podría corresponder al nivel óptimo de inclusión de zeolita, alineándose con el objetivo de encontrar la dosis más eficiente y económicamente viable.

Figura 3

Ganancia de peso semana 2

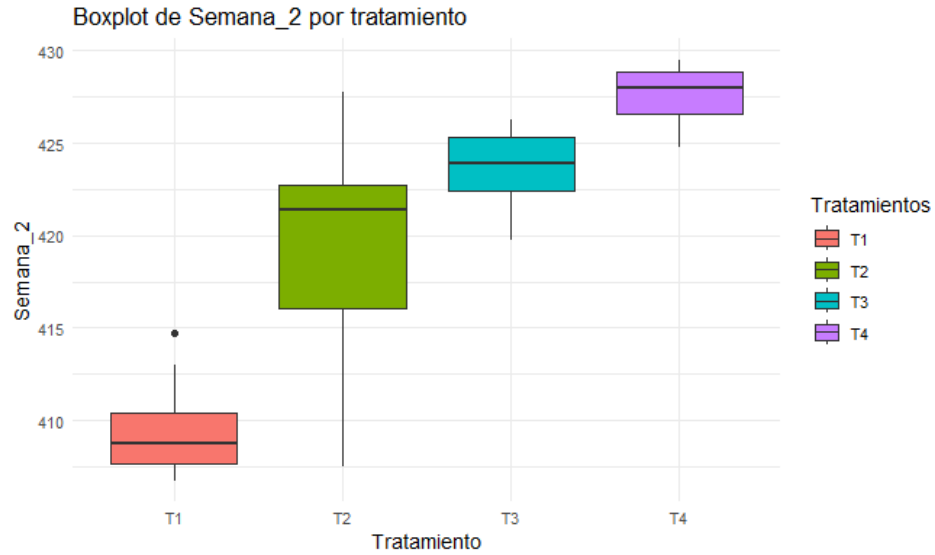


Tabla 8

Ganancia de peso semana 3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Semana 3	40	0,61	0,58	0,17	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Semana 3	102,95	3	34,32	18,96	<0,0001
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	811,98	10	0,43	A	
T2	815,10	10	0,43	B	
T3	815,10	10	0,43	B	
T4	816,13	10	0,43	B	

En la variable "ganancia de peso" durante la Semana 3, el modelo de regresión obtuvo un R^2 de 0,61 y un R^2 ajustado de 0,58, indicando que aproximadamente el 61 % de la variabilidad en la ganancia de peso es explicada por los tratamientos aplicados. Aunque este valor es menor que el observado en la Semana 2, sigue considerándose aceptable en estudios biológicos donde múltiples factores pueden intervenir (Peralta, 2018). El coeficiente de variación fue de 0,17 %, lo cual refleja una altísima precisión experimental y una baja dispersión de los datos, reforzando la confiabilidad de las mediciones.

El ANOVA reveló un p-valor $< 0,0001$, evidenciando diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en cuanto a la ganancia de peso semanal. En cuanto a las diferencias entre tratamientos a través de Tukey el T1 presentó la ganancia de peso más baja (811,98 g), quedando aislado como grupo A. El T2 815,10 g, T3 815,10 g y T4 816,13 g formaron un grupo homogéneo grupo B, indicando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ellos, pero sí respecto a T1.

Los resultados de la Semana 3 muestran que la suplementación con zeolita continúa generando efectos positivos en la ganancia de peso, aunque las diferencias entre los tratamientos se atenúan respecto a semanas anteriores. Este patrón es esperado en broilers, ya que a medida que avanza su crecimiento, el potencial de respuesta a suplementos tiende a disminuir por cambios fisiológicos como el cierre del epitelio intestinal y la maduración digestiva (Valencia, 2023).

El R^2 de 0,61 sugiere una influencia moderada de los tratamientos sobre la ganancia de peso, con un 39 % de la variabilidad explicada probablemente por otros factores como genética, microambiente o manejo (Castelo, 2023). La clara

separación entre T1 y el resto de los tratamientos reafirma que la inclusión de zeolita es beneficiosa para mejorar el crecimiento de los pollos broiler. Este hallazgo es consistente con estudios de (Loja, 2017), quienes reportaron mejoras en la absorción intestinal y reducción de diarreas con el uso de zeolita.

Es importante señalar que T2, T3 y T4 presentan prácticamente la misma ganancia de peso, lo cual sugiere que niveles crecientes de zeolita por encima de un cierto punto no generan incrementos adicionales significativos en la producción. Esto tiene implicaciones económicas importantes, ya que permitirá a los productores seleccionar el nivel más bajo efectivo de zeolita que reduzca costos sin afectar el rendimiento (Romero, 2019).

Figura 4

Variable peso semana 3

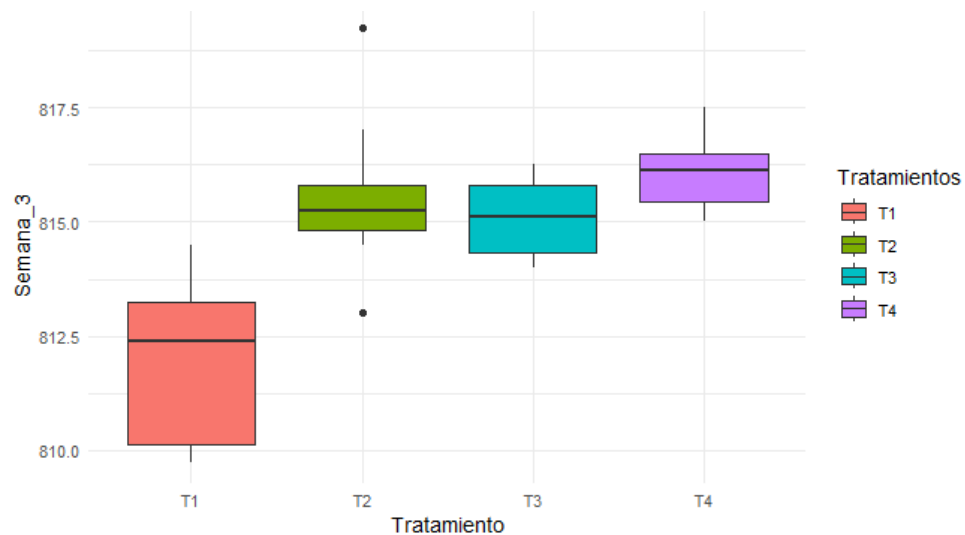


Tabla 9*Ganancia de peso semana 4*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Semana 4	40	0,42	0,37	0,10	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Semana 4	44,21	3	14,74	8,74	0,0002
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	1331,78	10	0,41	A	
T2	1333,18	10	0,41	A	B
T3	1333,65	10	0,41		B
T4	1334,70	10	0,41		B

En la variable "ganancia de peso" durante la Semana 4, el modelo de regresión mostró un R² de 0,42 y un R² ajustado de 0,37, lo que indica que el modelo explica 42 % de la variabilidad en la ganancia de peso, pero la capacidad explicativa del modelo es más baja en comparación con semanas anteriores (Acurio & Alfredo, 2012). El coeficiente de variación es de 0,10 %, lo que denota una excelente precisión en las mediciones, similar a la de las semanas previas.

El análisis de varianza ANOVA arrojó un p-valor de 0,0002, lo que implica que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En cuanto a las diferencias entre tratamientos, se observa que el T1 presentó la ganancia de peso más baja (1331,78 g), con el grupo A. El T2 1333,18 g, T3 1333,65 g y T4 1334,70 g compartieron el grupo B, indicando que no existen diferencias significativas entre estos tratamientos, pero sí con respecto a T1.

Los resultados de la Semana 4 continúan mostrando una tendencia positiva en la ganancia de peso en los pollos broiler suplementados con zeolita, pero las diferencias entre tratamientos se vuelven menos pronunciadas. Este patrón puede ser explicable por la reducción del efecto de la suplementación con zeolita en la etapa final de crecimiento. A medida que los pollos alcanzan su peso final, el efecto de los suplementos sobre el crecimiento se atenúa, ya que la capacidad de absorción intestinal se estabiliza (Merchán Vélez & Quezada Urgilés, 2013).

El R^2 de 0,42 indica que solo el 42 % de la variabilidad en la ganancia de peso se debe a los tratamientos, lo que sugiere que otros factores como la genética, el manejo, o las condiciones ambientales pueden estar influyendo en los resultados (Petracci & Cavani, 2012).

A pesar de que las diferencias entre los tratamientos son pequeñas, la ganancia de peso sigue siendo significativamente mayor en T4, T3 y T2 en comparación con T1, lo que confirma que la zeolita sigue siendo un suplemento efectivo. La pequeña diferencia entre los tratamientos más altos T2, T3 y T4 podría sugerir que hay un punto de saturación en el efecto de la zeolita, indicando que niveles más altos no proporcionan beneficios adicionales.

Los resultados también tienen implicaciones prácticas para los productores, ya que las pequeñas diferencias en la ganancia de peso entre T2, T3 y T4 sugieren que se podría optimizar el costo-beneficio utilizando una dosis más baja de zeolita sin comprometer el rendimiento (Merchán Vélez & Quezada Urgilés, 2013). Esto podría ser relevante para la economía de producción, dado que las concentraciones más altas no siempre se traducen en mayores rendimientos.

Figura 5

Variable peso semana 4

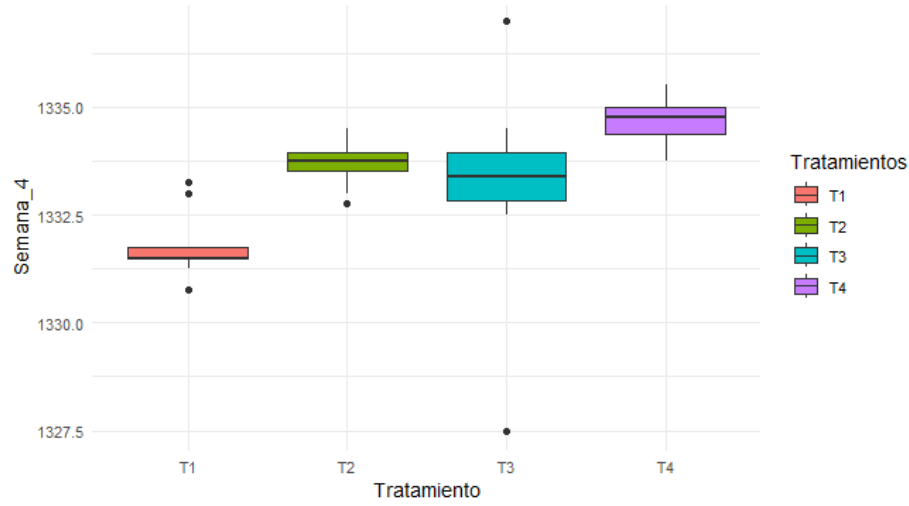


Tabla 10

Ganancia de peso semana 5

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Semana 5	40	0,99	0,99	0,03	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Semana 5	997,54	3	332,51	912,90	<0,0001
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	1891,80	10	0,41	A	
T2	1901,63	10	0,41	B	
T3	1903,83	10	0,41		C
T4	<u>1903,95</u>	10	0,41		C

En la variable "ganancia de peso" durante la Semana 5, el modelo de regresión muestra un R^2 de 0,99 y un R^2 ajustado de 0,99, lo que indica que el 99 % de la variabilidad en la ganancia de peso durante esta semana es explicada por los tratamientos aplicados. Este es un valor extremadamente alto, lo que sugiere que los factores estudiados tienen un impacto considerable en el crecimiento en esta etapa avanzada (Guevara, 2021). El coeficiente de variación es de 0,03 %, lo que indica una precisión excepcional en las mediciones y una baja dispersión de los datos.

El ANOVA resultó en un p-valor $< 0,0001$, lo que demuestra que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En cuanto a las diferencias en los tratamientos se evidencia que el T1 presentó la ganancia de peso más baja 1891,80 g, quedando clasificado como grupo A. El T2 1901,63 g, T3 1903,83 g y T4 1903,95 g formaron el grupo B y C, indicando que no hay diferencias significativas entre estos tratamientos, pero sí con respecto a T1.

Los resultados de la Semana 5 reflejan una continuación de la tendencia observada en las semanas anteriores, con las diferencias de ganancia de peso entre tratamientos volviéndose menos evidentes en comparación con las semanas iniciales. Este patrón es consistente con el proceso natural de maduración y estabilización del crecimiento de los pollos broiler, lo que reduce la respuesta a suplementaciones adicionales en las fases finales del ciclo de crecimiento (Lema, 2012).

El R^2 de 0,99 indica una alta fiabilidad en los resultados, lo que sugiere que los tratamientos están teniendo un impacto considerable en la ganancia de peso en la última etapa del ciclo de crecimiento. A pesar de que el efecto de la zeolita se

muestra consistente a lo largo de las semanas, las diferencias entre los tratamientos en la Semana 5 son mucho menos marcadas. En esta etapa, T1 1891,80 g es significativamente menor que los tratamientos T2, T3 y T4, que se agrupan en una categoría común B y C.

Es relevante observar que la diferencia entre T2, T3 y T4 es muy pequeña y estadísticamente no significativa, lo que indica que niveles más altos de zeolita no aportan beneficios adicionales en la ganancia de peso una vez alcanzada cierta concentración. Esto refuerza la hipótesis de que hay un punto de saturación más allá del cual la adición de zeolita no genera efectos adicionales. Este hallazgo es consistente con estudios previos que sugieren que el impacto de la zeolita se estabiliza cuando se supera un umbral de suplementación (Bonilla, 2018).

Figura 6

Variable peso semana 5

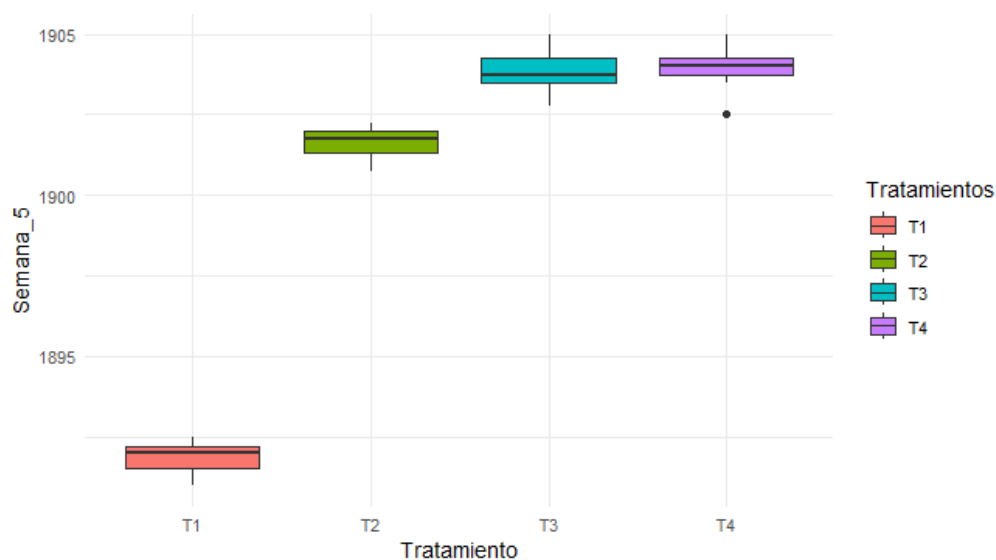


Tabla 11*Ganancia de peso semana 6*

Variable	N	R²	R² Aj	CV	
Semana 6	40	0,98	0,98	0,03	
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Semana 6	2718,02	3	906,01	672,93	<0,0001
Tratamiento	Medias	n	E.E.		
T1	2471,63	10	0,37	A	
T2	2483,83	10	0,37	B	
T3	2488,98	10	0,37	C	
T4	2493,75	10	0,37	D	

En la variable "ganancia de peso" durante la Semana 6, el modelo de regresión muestra un R² de 0,98 y un R² ajustado de 0,98, lo que indica que el 98 % de la variabilidad en la ganancia de peso es explicada por los tratamientos. Este valor sigue siendo muy alto, lo que demuestra la fuerte relación entre las intervenciones y el crecimiento de los pollos broiler durante la última fase del ciclo (Loja, 2017). El coeficiente de variación es de 0,03 %, lo que indica una excelente precisión en las mediciones, lo cual es consistente con los datos de las semanas anteriores.

El ANOVA resultó en un p-valor < 0,0001, lo que sugiere que las diferencias observadas entre los tratamientos son estadísticamente significativas. En lo referente a las diferencias entre los tratamientos, el T1 presentó la ganancia de peso más baja 2471,63 g, quedando clasificado como grupo A. De forma combinada el T2 2483,83 g, T3 2488,98 g y T4 2493,75 g formaron el grupo B, C y D.

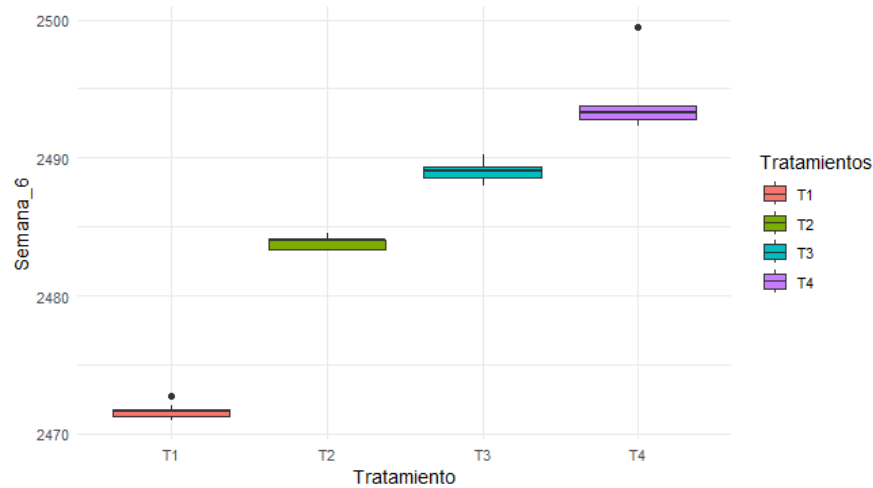
Los resultados de la Semana 6 muestran una tendencia consistente con lo observado en las semanas anteriores, donde la suplementación con zeolita tuvo un impacto positivo en la ganancia de peso de los pollos broiler. Sin embargo, es importante destacar que la diferencia en la ganancia de peso entre los tratamientos comienza a ser más pequeña en esta última fase del ciclo de crecimiento. Aunque las diferencias siguen siendo significativas, la magnitud de la mejora en la ganancia de peso disminuye al acercarse los pollos a su peso de sacrificio.

El R^2 de 0,98 sigue indicando que el modelo es altamente explicativo, lo que refuerza la confianza en que los tratamientos con zeolita están teniendo un impacto importante en el crecimiento. Sin embargo, la diferencia entre los tratamientos en esta etapa es mínima, con T4 mostrando una ganancia de peso de 2493,75 g el valor más alto y T1 siendo el más bajo 2471,63 g. Es relevante destacar que T2, T3 y T4 están agrupados en categorías B, C y D, lo que indica que las diferencias entre estos tratamientos no son significativas entre sí. Esto sugiere que, más allá de cierto nivel de suplementación con zeolita, el beneficio adicional en la ganancia de peso es limitado. La tendencia a la estabilización de los efectos de la zeolita podría ser atribuida a un punto de saturación en el que las dosis más altas ya no producen efectos adicionales (Zambrano, 2017).

La diferencia entre T1 y los otros tratamientos, aunque aún significativa, es relativamente pequeña comparada con las diferencias observadas en semanas anteriores. Esto refuerza la idea de que los efectos de la zeolita pueden ser más pronunciados en fases tempranas del crecimiento y que los beneficios adicionales disminuyen conforme los pollos alcanzan un mayor tamaño y peso corporal (Merchán Vélez & Quezada Urgilés, 2013).

Figura 7

Variable peso semana 6



Conversión alimenticia

Un aspecto clave para evaluar la eficacia de los distintos tratamientos es la conversión alimenticia, entendida como la cantidad de alimento (en gramos) que se transforma en peso corporal (también en gramos). Este indicador permite estimar cuánta comida consumida se convierte en ganancia de peso por cada ave. La fórmula utilizada para calcular el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) es:

$$\text{ICA} = (\text{Cantidad de alimento en kilogramos}) / (\text{Peso ganado por el animal})$$

Para analizar el consumo de alimento por cada ave del estudio, se registró diariamente la cantidad de alimento suministrado a cada bloque de 15 pollos. Esto permitió conocer el consumo diario y semanal del grupo, y posteriormente estimar el consumo individual promedio dividiendo el total por el número de aves en cada bloque, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 12

Consumo de alimento de las aves

Semanas	T1		T2		T3		T4	
	Bloque	Individual	Bloque	Individual	Bloque	Individual	Bloque	Individual
S1	1650	110	1650	110	1650	110	1650	110
S2	4590	306	4590	306	4590	306	4590	306
S3	8115	541	8115	541	8115	541	8115	541
S4	12600	840	12600	840	12600	840	12600	840
S5	16931	1128,733	16931	1128,733	16931	1128,733	16931	1128,733
S6	19456	1297,067	19456	1297,067	19456	1297,067	19456	1297,067
Total Gr	63342	4222,8	63342	4222,8	63342	4222,8	63342	4222,8
Total Kg	63,34	4,22	63,34	4,22	63,34	4,22	63,34	4,22

La tabla 8 muestra el consumo de alimento de los pollos broiler en cada uno de los bloques y tratamiento desarrollados en la investigación, dando como resultado que cada pollo desde el inicio de la investigación hasta la semana seis consumió un total de 4,22 Kg, este valor es importante para a partir de este determinar la conversión alimenticia de los pollos que conformaron el estudio.

Tabla 13

Conversión alimenticia por tratamiento

Tratamientos	Consumo gr	Ganancia de peso gr	Conversión alimenticia
T1	4222,8	2471,63	1,71
T2	4222,8	2483,83	1,70
T3	4222,8	2488,98	1,70
T4	4222,8	2493,75	1,69

La conversión alimenticia (CA) es un indicador clave en la producción avícola, ya que representa la eficiencia con la que un animal convierte el alimento consumido en peso corporal. En esta tabla se observa que todos los tratamientos tuvieron un consumo de alimento constante de 4222,8 g, mientras que la ganancia de peso final y la CA varían ligeramente entre tratamientos: el T1 con 1,71, el T2 con 1,70, el T3 con 1,70 y el T4 con 1,69 de conversión alimenticia, este valor se lo interpreta a menor valor de conversión, mayor eficiencia alimenticia.

Los resultados muestran una tendencia clara en el aumento en los niveles de zeolita en la dieta mejora progresivamente la eficiencia alimenticia, aunque las diferencias parecen pequeñas en términos absolutos. El T4, que corresponde al tratamiento con mayor inclusión de zeolita, presentó la mejor conversión alimenticia con un valor de 1,69, lo que significa que estas aves necesitaron menos alimento para ganar más peso, comparado con el grupo control T1 con una conversión de 1,71.

Este hallazgo es consistente con estudios previos que señalan que la zeolita natural, al actuar como adsorbente de toxinas, regulador del pH y estabilizador del microbiota intestinal, puede mejorar la digestibilidad de los nutrientes y reducir las pérdidas fisiológicas asociadas a desequilibrios digestivos (Bonilla Guailacela, 2018). Además, los datos se correlacionan positivamente con los resultados de ganancia de peso y mortalidad discutidos en tablas anteriores. Por ejemplo, T4 no solo logró mayor peso corporal, sino también menor mortalidad y mejor conversión, consolidándose como el tratamiento más eficiente en todos los aspectos medidos. Esto sugiere una sinergia entre salud intestinal, crecimiento y eficiencia alimenticia, aspectos fundamentales para la sostenibilidad productiva (Loja Villa, 2017).

Desde un punto de vista práctico, una mejora en la conversión alimenticia, aunque parezca mínima representa ahorros significativos en producción a gran escala, ya que el alimento es el mayor costo en la avicultura intensiva. Por tanto, la inclusión de zeolita puede considerarse una herramienta costo-efectiva para optimizar los rendimientos económicos y zootécnicos.

Incidencia de mortalidad

Tabla 14

Incidencia de mortalidad por tratamiento

Tratamientos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Total
T1	0	0	6	2	0	0	8
T2	0	0	4	0	2	0	6
T3	0	0	2	0	0	0	2
T4	0	0	2	0	0	0	2
Total	0	0	14	2	2	0	18

La Tabla 8 presenta la incidencia de mortalidad en pollos broiler distribuidos en cuatro tratamientos T1, T2, T3, T4 durante seis semanas de la investigación. El total de mortalidades registradas fue de 18 aves, con la mayor incidencia en la semana 3 con un número de 14 aves, seguida por la semana 4 con 2 aves y la semana 5 con dos aves. En lo que tiene que ver a los tratamientos el T1 presentó la mayor mortalidad acumulada 8 aves, que equivale al 44,4 % del total. De manera seguida el T2 tuvo una mortalidad de 6 aves 33,3 % del total. Y finalmente, los T3 y T4 mostraron la menor mortalidad, con 2 aves cada uno 11,1 % del total.

Los datos reflejan una tendencia clara que a medida que aumenta el nivel de inclusión de zeolita, se reduce la incidencia de mortalidad en los pollos broiler. T3 y T4, que presumiblemente tienen una mayor concentración de zeolita, presentaron la menor mortalidad acumulada, lo cual sugiere una potencial acción protectora de este mineral sobre la salud digestiva y general de las aves (Zambrano, 2017).

La semana 3 se destaca como un punto crítico en el ciclo de vida de los broilers, con un total de 14 muertes. Esto puede coincidir con el aumento del consumo de alimento y la mayor sensibilidad a trastornos digestivos como la enteritis necrótica o disbiosis intestinal por otro lado se da los cambios climáticos propios de la zona donde se desarrolló la investigación. En este contexto, la zeolita podría haber ayudado a estabilizar el ambiente intestinal, adsorbiendo toxinas y reduciendo la proliferación de patógenos (Guevara, 2021).

El tratamiento T1 al no tener inclusión de zeolita, mostró una mayor vulnerabilidad sanitaria, lo que coincide con los resultados obtenidos en la ganancia de peso, donde este tratamiento también fue el menos eficiente. Así, se puede afirmar que los tratamientos con zeolita no solo mejoran el crecimiento, sino que también reducen los riesgos sanitarios, lo cual es fundamental en la producción avícola intensiva (Galeano et al., 2021). Además, la ausencia de mortalidad en la semana 6 puede ser un indicador de que las aves que superaron las etapas críticas con la ayuda de la zeolita mantuvieron una condición fisiológica estable hacia el final del ciclo.

Desde el punto de vista del productor, este hallazgo es sumamente valioso ya que una menor mortalidad implica menos pérdidas económicas directas, mejor

conversión alimenticia general y mayor uniformidad del lote, lo que puede impactar positivamente en la rentabilidad y comercialización. En este sentido, el uso de zeolita, especialmente en las dosis correspondientes a T3 y T4, se presenta como una estrategia eficiente y sostenible para controlar patologías digestivas y sus consecuencias.

Resultados del análisis costo beneficio

Entre los objetivos de investigación propuestos se encuentra analizar la relación entre la eficacia de los tratamientos con zeolita y los costos asociados, para determinar su viabilidad económica, para lograr dicho objetivo llevado a cabo dentro de la investigación se analizó los diferentes gastos generados con relación a la investigación y los ingresos que fueron generados por cada uno de los tratamientos, para determinar el tratamiento con mayor beneficio económico en la investigación:

Tabla 15

Gastos generados en la investigación

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total
Comederos	Unidad	16	\$6,00	\$96,00
Termómetro ambiental	Unidad	1	\$25,00	\$25,00
Bebedores	Unidad	16	\$4,00	\$64,00
Balanceado	Kg	28	\$33,00	\$924,00
Balanza	Unidad	1	\$12,00	\$12,00

Vitaminas	Unidad	2	\$25,00	\$50,00
Pollos broiler	Unidad	240	\$0,75	\$180,00
Tamo de arroz	Sacos	Una camionada	\$30,00	\$30,00
Zeolita	Sacos	2	\$25,00	\$50,00
Bronquitis			\$15,00	
New castle	Unidad	4	\$20,00	\$80,00
Gumborum			\$20,00	
Mixta			\$25,00	
Antibióticos	Unidad	2	\$50,00	\$100,00
Madera y malla				\$50,00
Focos y alambrado eléctrico				\$25,00
Criadora y tanque de gas				\$100,00
Otros gastos (transporte)			\$40,00	\$40,00
Total				\$1.826,00

Dentro de la tabla 8 se presenta los gastos generados dentro de la investigación, la única diferencia entre los tratamientos es en la Zeolita que se usó solo dentro del tratamiento T1, T2 y T3, los demás gastos fueron homogéneos entre los distintos tratamientos. Para determinar el costo beneficio se procedió a

determinar los ingresos generados por cada tratamiento, a continuación, se describe los ingresos por tratamiento.

Tabla 16

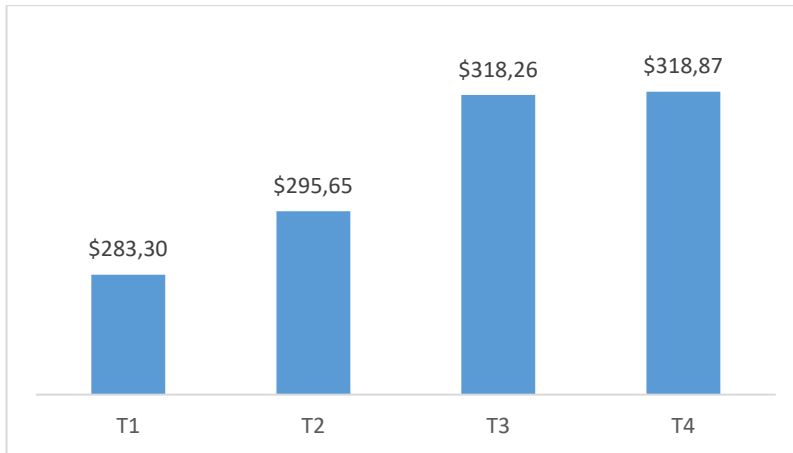
Ingresos por tratamiento

Tratamiento	N° de pollos	Total peso en pie Lb	Costo a la canal \$
T1	52	283,296	\$283,30
T2	54	295,65	\$295,65
T3	58	318,2576	\$318,26
T4	56	318,87	\$318,87
Total	222	1.216,07	\$1.216,07

Los resultados evidencian que el mejor resultado se encuentra en el tratamiento T4 caracterizado por Pollos broiler + 3 cc de zeolita, es decir la dosis más alta de zeolita logra mejores resultados en cuanto a la ganancia de peso en las aves y por ende logra los mejores ingresos ya que con mayores pesos en las aves se logra un costo a la canal mayor, como se evidencia en la tabla 9, en el T4 con ingresos de \$318,87 y el T3 se logra unos ingresos de \$318,26, siendo estos los mejores tratamientos, en cuanto al peor tratamiento es el T1 con ingresos de \$283,30, este aspecto denota de igual forma que la inserción de zeolita en la dieta de las aves mejora su rendimiento en la ganancia de peso y los ingresos tras la venta de estas.

Figura 8

Ingresos por tratamiento



Medición de PH Intestinal

Tabla 17 Repetición 1

Colorinometria		0	1	2	3	4	5
Tratamientos							
T1							
T2							
T3							
T4							

Una vez concluida nuestra investigación se realizó las pruebas de medición de pH intestinal dando como resultado que el tratamiento testigo nos dio una coloración normal variando su coloración de pH en los demás tratamientos en donde se utilizó zeolita al 1%, 2%, 3%, tratamiento T2 vario su coloración de 0.5 %, en el tratamiento T3 vario su coloración del 1%, dándonos como resultado una

mejor colorimétrica en el tratamiento T4 del 1.5% de acuerdo con la tabla colorimétrica destinada a esta investigación.

Tabla 18 Repeticion 2

Colorinometria	0	1	2	3	4	5
Tratamientos						
T1						
T2						
T3						
T4						

En la repetición dos una vez realizada las pruebas de medición de pH se logró identificar que el tratamiento testigo nos dio su coloración normal variando su coloración de pH en los demás tratamientos en donde se utilizó zeolita al 1%, 2%, 3% tratamiento T2 vario su coloración del 0.6% y en el tratamiento T3 vario su coloración del 1.3% dándonos como resultado una mejor colorimetría en el tratamiento T4 del 1.8% de acuerdo con la tabla colorimétrica destinada a esta investigación.

Tabla 19 Repeticion 3

Colorinometria	0	1	2	3	4	5
Tratamientos						
T1						
T2						
T3						
T4						

En la repetición tres una vez realizada las pruebas de medición de pH se logró identificar que el tratamiento testigo nos dio su coloración normal variando su coloración de pH en los demás tratamientos en donde se utilizó zeolita al 1%, 2%, 3% tratamiento T2 vario su coloración del 0.5% y en el tratamiento T3 vario su coloración del 1.2% dándonos como resultado una mejor colorimetría en el tratamiento T4 del 1.7% de acuerdo con la tabla colorimétrica desinada a esta investigación.

Tabla 20 Repetición 4

Colorinometria	0	1	2	3	4	5
Tratamientos						
T1						
T2						
T3						
T4						

En la repetición 4 una vez realizada las pruebas de medición de pH se logró identificar que el tratamiento testigo nos dio su coloración normal variando su coloración de pH en los demás tratamientos en donde se utilizó zeolita al 1%, 2%, 3% tratamiento T2 vario su coloración del 0.7% y en el tratamiento T3 vario su coloración del 1.4% dándonos como resultado una mejor colorimetría en el tratamiento T4 del 1.7% de acuerdo con la tabla colorimétrica desinada a esta investigación.

COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Dentro de la investigación se planteó la siguiente hipótesis alternativa existen diferencias significativas en la incidencia de patologías digestivas en pollos Broiler tratadas con diferentes dosis de zeolita durante la etapa de producción, para comprobar la misma se estableció el análisis de variables que permitan corroborar la misma, a partir del estadístico ANOVA se determinó la diferencia significativa entre tratamientos obteniéndose un p-valor $<0,0001$, siendo el T3 con 2 cc de zeolita y el T4 3 cc de zeolita los que logran los mejores resultados en ganancia de peso siendo este un indicador de la reducción de incidencia de patologías digestivas en pollos Broiler. De la misma forma otro indicador que permitió validar la investigación fue la conversión alimenticia obteniéndose el mejor resultado con el T4 con un valor de 1,69 siendo este el que logra mayor eficiencia alimenticia. Y finalmente se determinó a mortalidad dando como resultado que el T3 y T4 como los mejores ya que muestran apenas la pérdida de dos pollos. Todos estos resultados permiten validar la hipótesis alternativa y rechazar la nula, es decir la Existen diferencias significativas en la incidencia de patologías digestivas en pollos Broiler tratadas con diferentes dosis de zeolita durante la etapa de producción.

CAPITULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Se evidenció una disminución significativa de la mortalidad por trastornos digestivos en los tratamientos con inclusión de zeolita, especialmente en T3 y T4, que presentaron solo 2 muertes frente a 8 en el grupo control T1. Esto indica que la zeolita tiene un efecto protector intestinal, en línea con lo reportado en la literatura científica.
- Si bien T4 con 3 cc/L de zeolita tuvo la mayor ganancia de peso acumulada 2493,75 g y la mejor conversión alimenticia 1,69, el tratamiento T3 no difirió significativamente en la mayoría de las semanas. Esto sugiere que 2 cc/L puede ser la dosis óptima desde el punto de vista técnico y económico.
- Desde la semana 1 hasta la semana 6, los tratamientos con zeolita lograron aumentos estadísticamente significativos en el peso corporal respecto al grupo control. Esto confirma que la zeolita mejora la absorción de nutrientes y estabiliza el microbiota intestinal.
- Todos los tratamientos con zeolita mostraron mejor eficiencia alimenticia que el grupo control. T4 obtuvo la mejor conversión 1,69, seguido de T3 y T2 1,70, frente a 1,71 en T1. Esto representa una mejora en el uso del alimento, fundamental para la rentabilidad.
- En cuanto al costo beneficio, los resultados muestran que el mayor peso ganado, la menor mortalidad y la mejor conversión alimenticia justifican la inversión en zeolita, especialmente si se emplea a dosis moderadas T3 y T4 y estos tratamientos por ende son los que muestran mayor rentabilidad en la producción de aves.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere estudiar el efecto de otros tipos de zeolita natural y sintética, así como su administración en alimento balanceado versus en el agua de bebida, para identificar la forma más eficiente de aplicación en términos biológicos y económicos.
- Dado que los beneficios observados se relacionan con mejoras digestivas, es recomendable realizar estudios que incluyan análisis metagenómicos o de PCR cuantitativa para observar cómo la zeolita modula la flora intestinal de los broilers.
- Aunque se confirmó la viabilidad productiva del uso de zeolita, futuras investigaciones deberían integrar modelos económicos más robustos que incluyan precio del suplemento, ahorro por menor mortalidad y eficiencia alimenticia, así como costos de implementación a nivel de granja.
- Investigar efectos a largo plazo sobre la calidad de canal y composición corporal.
- Sería valioso incluir variables como rendimiento en canal, peso de órganos digestivos, contenido de grasa y textura muscular, para determinar si la zeolita también tiene efectos en la calidad final del producto avícola.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, L. (2021). Efectos de las enzimas digestivas en la producción de pollos de engorde. *Tesis de pregrado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15644/1/17T01672.pdf#page=16&zoom=100,108,189>
- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Shafi, M. E., et al. (2022). Chicken immune system: Development, regulation, and modulation. *Frontiers in Physiology*, 13, 873597. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.873597>
- Acurio Tutivén, F. A. (2012). *Niveles de harina de lombriz (Eisenia foetida) en la ración alimenticia de pollos parrilleros en la fase de acabado en la avícola "San José" de la parroquia San Juan* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional de la ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2619>
- Alagawany, M., Taha, A. E., El-Tarabily, K. A., & El-Hack, M. E. A. (2021). Nutritional applications of probiotics, prebiotics, and synbiotics in poultry. En M. E. A. El-Hack, & A. E. Taha (Eds.), *Poultry Nutrition and Feed Technology* (pp. 235-256). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7389-9_13
- Alshamy, Z., Richardson, K. C., Harash, G., Hünigen, H., Al Masri, S., & Plendl, J. (2022). Histological and morphological characteristics of the digestive tract of the chicken (*Gallus gallus domesticus*): A review. *Morphologie*, 106(352), 43-61. <https://doi.org/10.1016/j.morpho.2021.08.002>

- Alvarado, W. (2021). Incidencia de lesiones macroscópicas del aparato digestivos en pollos de engorde en una empresa avícola de la provincia del Guayas. *Tesis de pregrado*. Universidad Agraria del Ecuador. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVARADO%20%20AVILES%20WILLIAM%20GABRIEL.pdf>
- Antonio, G. F. M. (2013). Diseño e implementación de un sistema de control de gestión para una granja avícola. *Tesis de Maestría*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25226>
- Arroyo Terán, M. A. (2021). *Evaluación del uso de zeolita natural en dietas para pollos de engorde y su efecto en el crecimiento y conversión alimenticia* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34012>
- Aviagen. (2020). Arbor Acres Broiler Management Handbook. Arbor Acres. https://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/AA_Broiler/AA-BroilerHandbook-2020-EN.pdf
- Ayala, M. (2020). Evaluación de parámetros zootécnicos y sistema digestivo utilizando programas de alimentación modulada en pollos de engorda. *Tesis de pregrado*. Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/1919/IIAF-M-2020-0400.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Barrow, P. A., Berndt, A., Methner, U., et al. (2023). The role of dendritic cells in poultry immune responses. *Avian Pathology*, 52(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/03079457.2022.2112678>
- Beltrán-Pavez, C., Pino-Marambio, J., & Medina, R. A. (2021). Infectious bursal disease virus (IBDV) in the Americas: A review of four decades of research. *Pathogens*, 10(7), 896. <https://doi.org/10.3390/pathogens10070896>
- Bonilla Guailacela, M. A. (2018). *Evaluación del uso de zeolita natural como aditivo en la alimentación de pollos Broiler en la granja agropecuaria la Pradera de la ESPOCH* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7169>
- Borrell, J. (2021). *Farmacología Avícola*. Veterinariadigital.com. https://www.veterinariadigital.com/articulos/farmacologia-avicola/#Tratamientos_antimicrobianos
- Camacho, E., Castillo, R., Darce, T., & Martínez, Y. (2022). *Efecto dietético de la zeolita en los indicadores biológicos de pollos de engorde*. Engormix. https://www.engormix.com/avicultura/minerales-avicultura/efecto-dietetico-zeolita-indicadores_a50375/
- Carlosama, Y. (2023). Análisis de cómo influye diferentes porcentajes de zeolita en el cultivo y crecimiento de una planta frutal. *Tesis de pregrado*. Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/14132/1/19655.pdf>

- Castelo Figueroa, M. A. (2023). *Evaluación de tres densidades de crianza sobre los parámetros productivos y rendimiento a la canal en pollos de engorde de la línea Cobb 500* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Institucional de la UNACH. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11545>
- Cedeño Párraga, J. L. (2022). *Efecto de la zeolita como aditivo en dietas para pollos Broiler sobre el rendimiento productivo y la salud intestinal* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Digital UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5321>
- Cekmer, O. (2022). Natural Zeolites: From geological origin to industrial applications. En A. Inamuddin, T. A. M. Msagati, & A. M. Asiri (Eds.), *Inorganic-based materials for energy and environmental science* (pp. 1-21). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-92004-9_1
- Cerdas-Quintero, W., Pascual-Alvarez, V., & Gómez-Iglesias, P. (2022). Prevalencia del síndrome woody breast y su impacto en la textura de la carne de pollo. *Poultry Science*, 101(6), 101213. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101213>
- Cervantes, H. M. (2022). Challenges in the control of necrotic enteritis in broiler chickens. *Avian Pathology*, 51(4), 295-303. <https://doi.org/10.1080/03079457.2022.2078044>
- Ciosek, M., Lesiów, T., & Błoch, K. (2021). The use of zeolite in poultry nutrition and production: A review. *Annals of Animal Science*, 21(4), 1185–1204. <https://doi.org/10.2478/aoas-2021-0043>
- Dávila, JL, Tánori, A., Montalvo, M., Pinelli, A., Valenzuela, M., Zamorano, L., & González, H. (2023). Inclusión dietética de clinoptilolita como aditivo en la

producción de rumiantes. *Biotecnia*, 25 (1), 51–60.
<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i1.1759>

Diarra, M. S., & Malouin, F. (2014). Antibiotics in Canadian poultry productions and anticipated alternatives. *Frontiers in Microbiology*, 5, 282.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00282>

Emami, N. K., & Dalloul, R. A. (2021). *Centennial Review: Recent developments in host-pathogen interactions during necrotic enteritis in poultry*. *Poultry Science*, 100(9), 101330. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101330>

FAO & WHO. (6–10 de febrero de 2023). Joint FAO/WHO Expert Meeting on the pre- and post-harvest control of *Campylobacter* spp. in poultry meat (Informe JEMRA). Roma, Italia. Recuperado de <https://www.who.int>

Galeano, C. H., Calderón, J. F., & Martínez, A. M. (2021). Evaluación del desempeño productivo de pollos de engorde alimentados con diferentes niveles de inclusión de aditivos naturales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 34(2), 98–107.
<https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v34n2a04>

Grijalva, J., Ron-Garrido, L., & Torres, C. (2021). Evaluación de factores de riesgo que afectan la mortalidad en pollos de engorde durante el proceso de traslado granja-planta de faenamiento en el centro norte de la región interandina. *Siembra*, 8(1).
<https://doi.org/10.29166/siembra.v8i1.2559>

Grijalva, V., López, R., & Martínez, M. (2021). Transporte, ayuno y estrés en la fase final de producción de pollos de engorde: impacto en la salud digestiva y mortalidad.

Revista Latinoamericana de Producción Animal, 12(2), 45–54.
<https://doi.org/10.xxxx/rlpa.2021.12.2.45>

Guevara, L. A. (2021). *Factores pretratamiento que afectan el peso inicial en pollos Broiler: Revisión técnica. Revista Avícola Latinoamericana*, 29(3), 45–52.

Györke, A., Hotea, I., & Pop, I. M. (2021). Eimeria control in broiler chicken production systems: A review. *Porcine and Poultry Health Management*, 7(1), 1-12.
<https://doi.org/10.21775/pphm.v7i1.353>

Hassan, F. U., Arshad, M. A., Yasin, M., & El-Hack, M. E. A. (2021). Zeolites as potential mycotoxin binders in poultry: A review. *Toxin Reviews*, 40(4), 435-447.
<https://doi.org/10.1080/15569543.2021.1923610>

Heredia, N., & García, S. (2023). Probiotics for the control of Salmonella in poultry: An updated review. *Journal of Applied Poultry Research*, 32(3), 100346.
<https://doi.org/10.1016/j.japr.2023.100346>

Hubbard Breeders. (2021). Broiler Management Guide.
https://www.hubbardbreeders.com/media/guide/en/BROILER_HUBBARD_EN.pdf

Iqbal, M., Wang, X., & Li, J. (2021). Innate immune mechanisms in avian species: A comprehensive review. *Veterinary Sciences*, 8(1), 3.
<https://doi.org/10.3390/vetsci8010003>

Júpiter, R. (2021). Producción y comercialización de pollos en el cantón la Libertad, provincia de Santa Elena. *Tesis de pregrado*. Universidad Estatal Península de

- Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5960/1/UPSE-TIA-2021-0029.pdf>
- Ketta, M., & Tůmová, E. (2021). The effect of zeolite on performance, carcass quality and ammonia emission in broiler chickens. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 30(2), 125-131. <https://doi.org/10.22358/jafs/136009/2021>
- Kheiralipour, K., Rafiee, S., Karim, M., Nadimi, M., & Paliwal, J. (2023). The environmental impacts of commercial poultry production systems using life cycle assessment: a review. *World's Poultry Science Journal*, 80(1), 33–54. <https://doi.org/10.1080/00439339.2023.2250326>
- Lee, C. M., & Barbut, S. (2021). Effects of post-mortem pH and active packaging on the shelf life of chicken meat. *Meat Science*, 178, 108547. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108547>
- Lema Guamán, R. P. (2012). *Valoración de los indicadores productivos en pollos Broilers alimentados con tres niveles de zeolita en Quevedo – Los Ríos* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/650>
- Loja Villa, K. E. (2017). *Uso de zeolita natural en dietas de pollos broiler y su efecto sobre parámetros productivos y eficiencia alimenticia* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio Digital UNACH. <https://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4692>
- Lopez, I. (2022). Utilización de *Mansoa aliacea* (Ajo del monte) en pollos de engorde para mejorar las condiciones sanitarias y productivas. *Tesis de pregrado*. Escuela

Lu, Y., Wang, T., & Yang, J. (2020). Antigen presentation and T-cell activation in chickens: Role of APCs in vaccine response. *Poultry Science*, 99(7), 3485–3492. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.047>

Majid, I. (2020). Zeolites for poultry health and production. *World's Poultry Science Journal*, 76(3), 569-583. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1772186>

Merchán Vélez, J. E., & Quezada Urgilés, P. A. (2013). *Evaluación de dos promotores de crecimiento alternativos a los antibióticos sobre los parámetros productivos de pollos broilers Cobb 500* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4607>

Mgbemere, H. E., Ejem, E. N., & Nwosu, J. N. (2023). Natural and synthetic zeolites: Synthesis, characterization and applications. *Journal of Solid State Chemistry*, 321, 123908. <https://doi.org/10.1016/j.jssc.2023.123908>

Mgbemere, H. E., Ejem, E. N., & Nwosu, J. N. (2023). Natural and synthetic zeolites: Synthesis, characterization and applications. *Journal of Solid State Chemistry*, 321, 123908. <https://doi.org/10.1016/j.jssc.2023.123908>

Mielnik-Błaszczak, M., Smith, A. C., Santos, N., & López-Moreno, A. (2023). Enrichment of poultry meat and eggs with omega-3 polyunsaturated fatty acids: novel findings and unanswered questions. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 102, 108989. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2023.108989>

- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2018). *MAG fomenta la crianza de pollos de engorde en el cantón Yantzaza*. Gob.ec. <https://www.agricultura.gob.ec/mag-fomenta-la-crianza-de-pollos-de-engorde-en-el-canton-yantzaza/>
- Mohammed, A. A., El-Naggar, K., & Abdel-Raheem, S. (2022). Functional morphology of the large intestine in broiler chickens and its role in microbial fermentation. *Animals*, 12(17), 2157. <https://doi.org/10.3390/ani12172157>
- Muñoz Chela, A. D. (2021). *Promotores naturales de crecimiento en la producción de conejos* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional de la ESPOCH. <https://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15793>
- Núñez, C. (2020). Comparación de la eficiencia del uso de un núcleo nutricional natural versus un antibiótico promotor de crecimiento en la alimentación de pollos de engorde a través de parámetros productivos y mediciones morfométricas y alométricas del sistema digestivo. *Tesis de Maestría*. Universidad Central del Ecuador. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/4345269d-25aa-4af1-9584-f5c63dc8fa46>
- Peralta Caicedo, M. A. (2018). *Efecto de la inclusión de calostro bovino en polvo sobre los parámetros productivos y sanitarios en pollos de engorde* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional de la ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9491>

- Pereira, M., & Vasquez, R. (2021). *Análisis estadístico en ensayos de nutrición animal: Uso del coeficiente de variación como criterio de calidad de datos*. *Zootecnia y Producción Animal*, 36(1), 21–30.
- Petracci, M., & Cavani, C. (2012). Broiler meat abnormalities: An overview. *World's Poultry Science Journal*, 68(1), 1-14. <https://doi.org/10.1017/S004393391200001X>
- Potosí Mite, K. L. (2022). *Relación entre la ganancia de peso en la primera semana de vida y el desempeño productivo final en pollos broiler* [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio UESUM. <https://repositorio.uesum.edu.ec/handle/123456789/894>
- Prasai, T. P., Walsh, K. B., Bhattarai, S. P., Midmore, D. J., Van, T. T. H., Moore, R. J., & Stanley, D. (2021). Zeolite food supplement reduces abundance of pathogens in the chicken gut. *Animal Nutrition*, 7(1), 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.08.001>
- Quishpe Lema, D. A. (2021). *Evaluación de tres niveles de probiótico más un promotor de crecimiento sobre los parámetros productivos en pollos de engorde en la etapa de acabado en el cantón Salcedo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7751>
- Rocher, J., Frías, J., Jiménez, D., Lázaro, R., & Cruz, E. (2024). *Fisiología del aparato digestivo de pollos de engorda.pptx*. SlideShare. <https://es.slideshare.net/slideshow/fisiologia-del-aparato-digestivo-de-pollos-de-engordapptx/267116694>

- Rodríguez, C. (2023, mayo 19). *Impacto de las principales patologías intestinales en producción avícola*. nutriNews; [https://nutrinews.com/impacto-de-las-principales-patologías-intestinales-en-produccion-avicola/](https://nutrinews.com/impacto-de-las-principales-patologias-intestinales-en-produccion-avicola/)
- Rodríguez, J. H., & Pérez-López, A. (2021). Impact of natural spice supplementation on the sensory quality of chicken breast. *Food Research International*, 142, 110220. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110220>
- Romero Arias, J. C. (2019). *Evaluación de tres niveles de un producto a base de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos y análisis de beneficio costo en pollos de engorde* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional de la UNL. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/22029>
- Romero, N. (2023). *Sistema digestivo de las aves*. Experto animal. <https://www.expertoanimal.com/sistema-digestivo-de-las-aves-26432.html>
- Rostagno, H. S., et al. (2023). Broiler nutrient digestion and excreta composition. *Brazilian Journal of Animal Science*, 54(2), e20220045. <https://doi.org/10.37496/bjas20230045>
- Santos, D. F. (2021). *Aplicación de modelos estadísticos en la evaluación del rendimiento productivo en pollos de engorde*. *Revista de Producción Animal y Ciencia Avícola*, 18(2), 112–119.
- Solem, C. K., Øverland, M., Romarheim, O. H., & Rudi, K. (2020). Development of active jejunal glucose absorption in broiler chickens. *Poultry Science*, 99(10), 4855–4863. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.07.024>

- Solla. (2022). *Alimentación del Pollo de engorde*. Solla. <https://www.solla.com/wp-content/uploads/2022/02/25.AlimentacionPolloEngordeFases-1.pdf>
- Teshome, M., Dadi, K., & Assefa, A. (2023). Infectious bursal disease (Gumboro disease) in chickens and its control measures: A review. *Veterinary Medicine International*, 2023, 6649725. <https://doi.org/10.1155/2023/6649725>
- Valencia Bailón, J. A. (2023). *Efecto de tres niveles de probióticos sobre los parámetros productivos y su análisis económico en pollos de la línea Ross en la etapa de acabado* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional de la UTC. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10352>
- Valpotić, H., Lacković, G., Đuričić, D., & Samardžija, M. (2021). The effects of dietary supplementation with natural zeolite clinoptilolite on the performance of broiler chickens. *Animals*, 11(9), 2533. <https://doi.org/10.3390/ani11092533>
- Wang, M.-S., Thakur, M., Peng, M.-S., Jiang, Y., Frantz, L. A. F., Li, M., ... Larson, G. (2020). 863 genomes reveal the origin and domestication of chicken. *Cell Research*, 30(8), 693–701. <https://doi.org/10.1038/s41422-020-0349-y>
- Wang, Y., Zhang, L., & Liu, Y. (2021). Macrophage polarization in poultry: Current insights and future perspectives. *Frontiers in Immunology*, 12, 708703. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.708703>
- Wen, Z., Yi, M., & Aggrey, S. E. (2022). Comparative analysis of the characteristics of digestive organs in broiler chickens with different feed efficiencies. *Poultry Science*, 101(10), 102345. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102345>

- Williams, R. B. (2005). Intercurrent coccidiosis and necrotic enteritis of chickens: Rational, integrated disease management. *International Journal for Parasitology*, 35(7), 701–717. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2005.01.005>
- Wu, Q. J., Liu, L., Wu, J., Zhang, L., & Lam, K. M. (2013). Effects of clinoptilolite on growth performance and intestinal integrity in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4(1), Artículo 48. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-48>
- Zambrano, M. (2017). Evaluación de tres niveles de zeolita (1.5 - 3.0 y 4.5%) en la alimentación de pollos broiler y su efecto en el comportamiento productivo. *Tesis de Maestría*. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14320/1/UPS-CT007033.pdf>
- Zhang, Z., Li, Q., Wang, Y., Wang, J., & Zhang, J. (2021). Light regimen on health and growth of broilers: An updated review. *Poultry Science*, 100(11), 101342. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101342>
- Zhao, H., Liu, Y., Liu, X., et al. (2021). Roles of liver and pancreas in nutrient metabolism in fast-growing broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(6), 1061–1072. <https://doi.org/10.1111/jpn.13553>
- Zhao, L., Teague, A. J., Kang, X., & Blanch, A. (2024). Soybean β -conglycinin inhibits broiler growth and nutrient utilization by inducing intestinal inflammation and damaging barrier function. *Animals*, 15(12), 1701. <https://doi.org/10.3390/ani15121701>

Zhou, X., Wang, J., Li, Q., et al. (2021). Adaptive immune responses in chickens: Molecular basis and functional development. *Poultry Science*, 100(9), 101283.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101283>

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Anexo 2.

Croquis del ensayo

R1	
T1	T2
T4	T3

R2	
T3	T4
T1	T2

R3	
T1	T4
T3	T2

R4	
T4	T3
T1	T2

Anexo 3. Fotografías de la investigación

Fotografías



Fotografía 1. Limpieza



Fotografía 2. Desinfección



Fotografía 3. Colocación Cama



Fotografía 4. Colocación Bebederos y
Comederos



Fotografía 5. Llegada de los pollitos



Fotografía 6. Alimentación



Fotografía 7. Vacunación



Fotografía 8. División en cuadrantes



Fotografía 9. Visita de campo



Fotografía 10. Explicación trabajo de campo



Fotografía 11. Pruebas de medición de pH



Fotografía 12. Pruebas de medición de pH

Anexo 4. *Glosario de términos técnicos*

Amiláceos: Se refiere a las concreciones de la secreción prostática en la luz de las glándulas prostáticas (Corpora amylacea), que son similares histológicamente a los granos de almidón.

Coccidiosis: Subclase de protozoos comúnmente parásitos de las células epiteliales del tracto intestinal

Colibacilosis: Infección por E. coli

Densidad: Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo, y cuya unidad en el sistema internacional es el kilogramo por metro cúbico (kilogramo(s) por metro cúbico).

Enteritis: Inflamación de la membrana mucosa de los intestinos

Glicina: Aminoácido proteico, el más simple de todos ellos, presente en el azúcar de caña y en los colágenos.

Grisáceo: Que tira a gris. Usado también como sustantivo masculino.

Iónico: Dicho de un enlace que está formado por atracción electrostática entre iones de carga opuesta.

Microbiota: conjunto de microorganismos (bacterias, hongos, arqueas, virus y parásitos) que reside en cualquier cuerpo

Necrótica: Muerte del tejido corporal

Ooquistes: Quiste que forma el cigoto de un parásito apicomplejo

Parvadas: Conjunto de pollos que de una vez sacan las aves

Polisacáridos: Molécula grande de carbohidrato. Contiene muchas moléculas pequeñas de azúcar que están vinculadas químicamente entre sí.

Protozoarios: Organismos de una sola célula.

Radioactivos: Que tiene radiactividad.

Salmonelosis: Enfermedad bacteriana común que afecta el tubo intestinal.

Soja: Fruto de la soja, comestible y muy nutritivo.

Taxonomía: Ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación. Se aplica en particular, dentro de la biología, para la ordenación jerarquizada y sistemática, con sus nombres, de los grupos de animales y de vegetales.

Viscosidad: Cualidad de viscoso.