



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Medicina Veterinaria

Tema:

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE ZINC SOBRE EL
SISTEMA INMUNITARIO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO
EN POLLOS (*Gallus gallus*)**

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

Autores

Edison Marcelo GuerreroSuárez

Mayra Joselyn ArevaloTenelema

Tutora

Méd. Alejandra Barrionuevo Mayorga Mg.

Guaranda – Ecuador

2025

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE ZINC SOBRE EL SISTEMA INMUNITARIO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN POLLOS (*Gallus gallus*)

REVISADO Y APROBADO POR:

..........

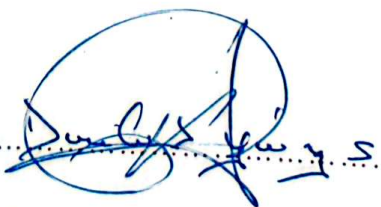
Méd. Alejandra Barrionuevo Mayorga Mg.

TUTORA

..........

Dra. Araceli Beatriz Lucio Quintana PhD.

PAR LECTOR

..........

Dr. Danilo Fabian Yáñez Silva Msc.

PAR LECTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Edison Marcelo Guerrero Suárez, con CI. 1850499219 y Mayra Joselyn Arevalo Tenelema con CI. 0250189677, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con sus respectivos autores.

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



Edison Marcelo Guerrero Suárez

CI. 1850499219



Mayra Joselyn Arevalo Tenelema

CI. . 0250189677



Méd. Alejandra Barrionuevo Mayorga Mg.

CI. 1804156089

TUTORA



ESCRITURA PÚBLICA

DECLARACION JURADA

SEÑORES EDISON MARCELO GUERRERO SUAREZ Y MAYRA JOSELYN AREVALO TENELEMA

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día MIÉRCOLES QUINCE DE OCTUBRE DE DOS MIL VEINTE Y CINCO, ante mí, Doctor GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA, comparecen los señores **EDISON MARCELO GUERRERO SUAREZ**, portador de la cédula de ciudadanía número uno ocho cinco cero cuatro nueve nueve dos uno nueve, soltero y señora **MAYRA JOSELYN AREVALO TENELEMA**, portadora de la cédula de ciudadanía número cero dos cinco cero uno ocho nueve seis siete siete, divorciada, capaces de contraer obligaciones, domiciliados en esta ciudad y Cantón, número 0984471347, a quienes de conocerlos doy fe en virtud de haberme exhibido su cédula de ciudadanía y certificado de votación, cuyas copias adjunto a esta escritura. Advertidos por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados en forma separada, de que comparecen al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentados en debida forma, prevenidos de la gravedad del juramento, de las penas del perjurio y de la obligación que tiene de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento declara lo siguiente: "Previo a la obtención del Título de Médico Veterinario que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado **EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE ZINC SOBRE EL SISTEMA INMUNITARIO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN POLLOS (*Gallus gallus*)**, son de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras. Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad." (Hasta aquí la declaración juramentada rendida por los comparecientes, la misma que queda elevada a escritura pública con todo el valor legal). Para el otorgamiento de esta escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso; y leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mí el Notario, se ratifican en todo su contenido y firman conmigo en unidad de acto. Incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-



SR. EDISON MARCELO GUERRERO SUAREZ



SRA. MAYRA JOSELYN AREVALO TENELEMA




Doctor Guido Fabián Fierro Barragán



EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE ZINC SRES AREVALO & GUERRERO.docx

 My Files

 My Files

 Universidad Estatal de Bolívar

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::3117:513223173

82 páginas

Fecha de entrega

15 oct 2025, 11:08 a.m. GMT-5

14.894 palabras

81.799 caracteres

Fecha de descarga

15 oct 2025, 11:24 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES NIVELES DE ZINC SRES AREVALO & GUERRERO.docx

Tamaño del archivo

1.6 MB



Méd. Alejandra Barrionuevo Mayorga Mg.

TUTORA

4% 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)
- Trabajos entregados

Exclusiones


- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

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

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
1 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.



Méd. Alejandra Barrionuevo Mayorga Mg.

TUTORA

DEDICATORIA

A la memoria eterna de mi amada madre, cuyo ejemplo de esfuerzo, bondad y fortaleza sigue guiando cada uno de mis pasos. Aunque su presencia física se encuentra en el cielo, su influencia ha sido determinante en la construcción de mi carácter y en la disciplina que me ha permitido culminar este trabajo. Sus enseñanzas permanecen como una brújula moral y emocional, orientándome hacia la constancia, la responsabilidad y el compromiso con la excelencia académica.

A mi esposa, compañera inquebrantable en este recorrido, por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional durante las largas jornadas de investigación y redacción. Su presencia ha sido un pilar emocional que me ha sostenido en los momentos de mayor exigencia, recordándome que el conocimiento solo cobra verdadero sentido cuando se comparte con amor y entrega.

A mi hijo, fuente inagotable de motivación y alegría. Él representa la razón más profunda para esforzarme y superarme cada día. Su sonrisa ha sido el impulso silencioso que me motivó a persistir cuando el cansancio y la incertidumbre amenazaban con detener mi avance. Que este logro le sirva, algún día, como ejemplo de que la perseverancia y el sacrificio abren las puertas a los más altos objetivos.

Este trabajo no es únicamente el resultado de un proceso investigativo, sino la materialización de un esfuerzo colectivo en el que el amor, la fe y la dedicación han sido tan esenciales como el método y el rigor científico. A todos ellos, y especialmente a mi madre, a mi esposa y a mi hijo, dedico este logro con gratitud profunda y compromiso eterno."

Edison Marcelo Guerrero Suárez

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro, este paso importante en mi vida, a las personas que han sido mi base, mi motor y mi mayor inspiración: mis padres, mi hermano y mi hija.

A mis padres, gracias. No hay palabras suficientes para expresar todo lo que siento por ustedes. Desde el primer día han estado a mi lado, guiándome con amor, paciencia y sabiduría. Me enseñaron el valor del trabajo duro, la humildad, la honestidad y la importancia de nunca rendirse. Me apoyaron incluso en los momentos más inciertos, cuando ni yo misma estaba segura del camino a seguir. Ustedes son la raíz firme que sostiene todo lo que soy.

A mi hermano, mi compañero de vida, mi cómplice en tantas aventuras y mi mayor apoyo silencioso. Eres el amigo que no elegí, pero que la vida me regaló. A tu lado he aprendido el valor de la lealtad, el respeto y la unión familiar. Siempre has estado ahí, sin pedir nada a cambio, listo para darme una palabra de ánimo o simplemente tu presencia, que muchas veces ha sido suficiente para recordarme que no estoy sola.

Y a mi hija, mi más grande amor, mi luz en los días oscuros, mi razón de ser, mi motor que me impulsa a seguir adelante y a dar lo mejor de mí. Cada sonrisa tuya es una bendición, cada paso que das es un recordatorio de lo hermosa que es la vida. Quiero que sepas que todo lo que hago, cada esfuerzo, cada decisión, tiene como fondo tu bienestar y tu felicidad. Tú me haces querer ser mejor cada día, no solo como persona, sino como ejemplo para ti. Gracias por existir, por enseñarme lo que es el amor más puro y sincero, por darme fuerzas incluso cuando creo no tenerlas.

A ustedes, mi familia, les dedico este logro porque sin ustedes no sería posible. Porque en cada paso que he dado, en cada caída y en cada victoria, han estado presentes, dándome amor, sosteniéndome y animándome a seguir. Este triunfo no es solo mío: es de ustedes también.

Mayra Joselyn Arevalo Tenelema

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, expreso mi más profundo agradecimiento a Dios, fuente inagotable de fortaleza, sabiduría y guía, quien me ha otorgado la salud, la perseverancia y la claridad necesarias para culminar el presente trabajo de investigación.

A mi esposa, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante, que me han permitido sostener el equilibrio emocional y mantener la concentración durante las etapas más demandantes del proceso investigativo. A mi hijo, cuya presencia y alegría diaria constituyeron una inspiración constante para no desfallecer y seguir avanzando hacia la meta.

A mi padre, ejemplo de disciplina y esfuerzo, por sus consejos y enseñanzas que han orientado mi criterio profesional. A mi hermana, por su colaboración y respaldo en los momentos en que las exigencias académicas demandaron mayor dedicación de mi tiempo. A mis abuelos, por ser la base de los valores que me impulsan y el recordatorio de que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron al desarrollo de esta investigación, facilitando recursos, conocimientos y estímulos que permitieron que este proyecto se concretara satisfactoriamente.

Edison Marcelo Guerrero Suárez

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría y la salud para llegar hasta este momento tan importante en mi vida seguidamente a mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus enseñanzas. Gracias por inculcarme valores que han sido la base de cada paso que doy: la responsabilidad, la perseverancia y el respeto. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido mi mayor inspiración.

A mi hermano, gracias por ser es e compañero de vida que la familia me regaló. Tu presencia, tu lealtad y tu apoyo silencioso han significado más de lo que las palabras pueden expresar. Saber que estás ahí, en cada etapa, ha sido una fuente de tranquilidad y fortaleza.

A mi hija, el motor que me impulsa todos los días. Eres mi mayor bendición, mi razón de ser y mi inspiración más profunda. Cada esfuerzo ha tenido como propósito tu bienestar y tu futuro. Gracias por enseñarme a amar sin medida y por darme la fuerza para seguir incluso en los momentos más duros.

También quiero agradecer a quienes, de una manera u otra, me brindaron su ayuda, motivación o una palabra de aliento cuando más lo necesité. A cada persona que creyó en mí y me impulsó a seguir, mi más sincero agradecimiento.

Este logro no es solo personal, es el reflejo de una red de amor, apoyo y confianza que me rodea. A todos, gracias por ser parte de este viaje. Nunca caminaré sola mientras los tenga en mi vida.

Mayra Joselyn Arevalo Tenelema

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	Pág.
CAPÍTULO I	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA	2
1.3. OBJETIVOS	2
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Historia del ave	5
2.2. Clasificación taxonómica del ave	5
2.3. Avicultura	5
2.4. Características de los Pollos Broiler Crow 750	6
2.5. Anatomía del ave	7
2.5.1. Piel y plumas	7
2.5.2. Sistema muscular	7
2.5.3. Sistema respiratorio	7
2.5.4. El sistema digestivo	8
2.5.5. Pico	8
2.5.6. Esófago	8
2.5.7. Bucho	8
2.5.8. Estómago	8
2.5.9. Intestino delgado	9
2.5.10. Ciego	9
2.5.11. Intestino grueso	9
2.6. Nutrición y alimentación de un pollo de engorde	10
2.7. Importancia del Zinc	14
2.8. Zinc y su relación con las aves	14
2.9. Efecto de niveles altos de Zinc	14
2.10. Fuentes de Zinc	15
2.11. Efecto de la bacitracina de Zinc en el rendimiento de pollos de engorde	15
2.12. Sistema inmunológico en pollos de engorde	16

2.13. Tipos de inmunoglobulinas	17
2.14. Minerales e Inmunidad	19
2.15. Métodos para la determinación de inmunoglobulinas	19
CAPÍTULO III	20
3. MARCO METODOLÓGICO	20
3.1. Ubicación de la investigación	20
3.2. Metodología	21
3.2.2. Factores de estudio	21
3.2.3. Tratamientos	21
3.2.4. Tipo de diseño experimental	22
3.2.5. Tipo de análisis	22
3.2.6. Métodos de evaluación y datos tomados	23
3.2.7. Manejo del experimento	25
CAPÍTULO IV	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	28
4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	49
CAPÍTULO V	50
5.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5.1.1. CONCLUSIONES	50
5.1.2. RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Detalle	Pag.
1.	Descripción de tratamiento	21
2.	Distribución de tratamientos	22
3.	Análisis de varianza	22
4.	Peso inicial	28
5.	Peso semana 1	29
6.	Peso semana 2	31
7.	Peso semana 3	32
8.	Peso semana 4	33
9.	Peso semana 5	35
10.	Peso semana 6	36
11.	Ganancia de peso semana 1	37
12.	Ganancia de peso semana 2	38
13.	Ganancia de peso semana 3	39
14.	Ganancia de peso semana 4	40
15.	Ganancia de peso semana 5	42
16.	Ganancia de peso semana 6	43
17.	Consumo de alimento total	44
18.	Conversión alimenticia	45
19.	Mortalidad	46
20.	Beneficio/costo	47
21.	Determinación de IgM antes y después de la aplicación de zinc	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Detalle	Pág.
1.	Peso inicial	28
2.	Peso semana 1	30
3.	Peso semana 2	31
4.	Peso semana 3	32
5.	Peso semana 4	34
6.	Peso semana 5	35
7.	Peso semana 6	36
8.	Ganancia de peso semana 1	38
9.	Ganancia de peso semana 2	39
10.	Ganancia de peso semana 3	40
11.	Ganancia de peso semana 4	41
12.	Ganancia de peso semana 5	42
13.	Ganancia de peso semana 6	43
14.	Consumo de alimento total	44
15.	Conversión alimenticia	45
16.	Determinación de IgM antes y después de la aplicación de zinc	48

ANEXOS

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

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la provincia Bolívar, cantón Guaranda, parroquia San Simón con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de zinc en el agua de bebida sobre el crecimiento, conversión alimenticia, inmunidad y rentabilidad en pollos broiler. Los tratamientos fueron: T1 (Testigo), T2 (0,1 g/l), T3 (0,2 g/l) y T4 (0,3 g/l). En el peso inicial, T4 obtuvo el mayor promedio (46,20 g) y T1 el menor (44,20 g), con baja variabilidad ($Cv=2,40\%$). A lo largo de las semanas, T4 destacó en varias etapas por sus mejor peso y ganancia, aunque T3 mostró rendimientos cercanos. En la semana 6, T3 registró el mayor peso (2390,40 g), seguido por T4 (2388,10 g). Las diferencias estadísticas fueron evidentes en la mayoría de los registros, con coeficientes de variación generalmente bajos, lo que indica uniformidad en los datos. En ganancia de peso, T4 lideró en la semana 2 (292,7 g) y semana 5 (560,2 g), mientras que T3 destacó en semanas 3 y 4. El consumo de alimento fue similar entre tratamientos (219–222 kg), pero T3 y T4 tuvieron mejor conversión alimenticia (1,80) que T1 y T2 (1,83). La mortalidad más alta ocurrió en T1 (tres muertes), y la menor en T2 y T4 (una muerte cada uno). En inmunidad, la IgM aumentó tras la aplicación de zinc, siendo mayor en T4 (16,3 mg/dl) y T3 (14,0 mg/dl), mostrando un efecto dosis-dependiente positivo en el rango 0,2–0,3 g/l. Sin embargo, la relación beneficio/costo fue menor a 1 en todos los casos, con mejores valores en T3 y T4 (0,95). Se concluye que 0,2–0,3 g/l de zinc optimiza la respuesta inmune y el rendimiento productivo, recomendándose su uso controlado en etapas críticas para maximizar beneficios y evitar costos innecesarios.

Palabras clave: Pollos broiler, Zinc , IgM.

SUMMARY

The present study was conducted in Bolívar Province, Guaranda Canton, San Simón Parish, with the objective of evaluating the effect of different zinc levels in drinking water on growth, feed conversion, immunity, and profitability in broiler chickens. The treatments were: T1 (Control), T2 (0.1 g/l), T3 (0.2 g/l), and T4 (0.3 g/l). For initial weight, T4 had the highest average (46.20 g) and T1 the lowest (44.20 g), with low variability (CV = 2.40%). Throughout the weeks, T4 stood out in several stages for its higher weight and gain, although T3 showed similar performance. In week 6, T3 recorded the highest weight (2390.40 g), followed by T4 (2388.10 g). Statistical differences were evident in most records, with generally low coefficients of variation, indicating uniformity in the data. In terms of weight gain, T4 led in week 2 (292.7 g) and week 5 (560.2 g), while T3 excelled in weeks 3 and 4. Feed intake was similar among treatments (219–222 kg), but T3 and T4 showed better feed conversion ratios (1.80) compared to T1 and T2 (1.83). The highest mortality occurred in T1 (three deaths), and the lowest in T2 and T4 (one death each). Regarding immunity, IgM levels increased after zinc supplementation, with the highest values in T4 (16.3 mg/d) and T3 (14.0 mg/dl), showing a positive dose-dependent effect in the 0.2–0.3 g/l range. However, the benefit/cost ratio was below 1 in all cases, with better values in T3 and T4 (0.95). It is concluded that 0.2–0.3 g/l of zinc optimizes immune response and productive performance, and its controlled use is recommended during critical stages to maximize benefits and avoid unnecessary costs.

Keywords: Broiler chickens, Zinc, IgM.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

La carne de pollo es una de las más consumidas a nivel mundial, pues es fundamental para la economía de grandes países como es el caso de Estados Unidos, que en el año 2021 llegó a ser el productor máximo de carne de pollo con un volumen aproximado de 20,4 millones de toneladas. (FAO, 2023)

Ecuador es uno de los países con más consumo de carne de pollo, debido al fácil acceso y costos bajos en comparación a otras proteínas cárnicas; se debe mencionar que la carne de pollo tiene un valor nutricional alto y para la conservación de la salud es uno de los mejores productos para los consumidores; la producción de pollo ha crecido significativamente en los últimos años, especialmente en climas cálidos y templados, debido a su alta rentabilidad y la disponibilidad de razas y alimentos de calidad. Se destaca la eficiencia de la línea Crow 750, que permite producir carne a bajo costo gracias a su conversión alimenticia y rápido crecimiento. La cría de pollos no solo ofrece proteína accesible sino también nuevas oportunidades de empleo. Además, mejorar las condiciones del tracto digestivo de las aves es crucial para la salud del ave (Bautista, J, 2020).

En la provincia Bolívar, específicamente en la parroquia San Simón, las explotaciones avícolas son limitadas y se orientan principalmente a aves de traspatio destinadas al autoconsumo o, en menor medida, a la venta. Esto evidencia la necesidad de promover investigaciones que demuestren la viabilidad de obtener buenos resultados en la crianza de pollos de carne mediante la aplicación de modernas normas de bioseguridad, el uso de alimento de calidad, aves certificadas y un manejo acorde con su potencial genético (Toalombo, 2020).

En este contexto, la suplementación con Zinc cobra especial importancia, dado que este mineral esencial fortalece el sistema inmunológico, favorece el crecimiento y desarrollo, interviene en la síntesis de proteínas y el metabolismo celular, y mejora la salud de la piel y plumas, lo que se traduce en aves más saludables y un desempeño productivo más eficiente (Aguilar & Nuñez, 2022).

1.2 PROBLEMA

En la provincia Bolívar, el incremento del consumo de carne ha generado una mayor demanda de productos avícolas, lo que presiona la eficiencia productiva de las pequeñas y medianas explotaciones locales. Sin embargo, estas unidades productivas dependen en gran medida de métodos tradicionales para la formulación de piensos, donde todavía se utilizan antibióticos como promotores de crecimiento, sin contar con alternativas seguras y viables. Esta situación no solo limita la sostenibilidad de la producción, sino que también expone a las aves a riesgos en su salud, como la alteración de la flora intestinal, la generación de resistencia bacteriana y el debilitamiento del sistema inmunológico, afectando así su bienestar y rendimiento a largo plazo (Vela, 2024).

En la parroquia San Simón, la falta de recursos obliga a criar a los pollos en espacios reducidos y con hacinamiento. Esto provoca una mayor acumulación de excremento y orina, que al descomponerse liberan gases como el amoníaco. Dichos gases deterioran la calidad del aire y representan un riesgo tanto para la salud de las aves como para las personas que viven cerca (aviNews, 2022).

Además, las deficiencias de minerales esenciales como el zinc repercuten negativamente en la avicultura local. Los pollos de engorde muestran mayor susceptibilidad a enfermedades, mayor mortalidad y un incremento en los costos de tratamiento. También se observa retraso en el crecimiento, deficiencias en el desarrollo de plumas y disminución en la calidad del producto final, lo que afecta directamente la productividad y la rentabilidad de los pequeños productores de San Simón. En este contexto, se espera que las investigaciones orientadas al uso de minerales como el zinc no solo representen una alternativa viable a los antibióticos, sino que también promuevan una producción más saludable, rentable y sostenible, con impactos positivos en la economía local y en la salud pública de la parroquia (Avícola, 2021).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de diferentes niveles de Zinc sobre el sistema inmunitario en pollos (*Gallus gallus*).

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecer el mejor nivel de Zinc en la crianza del pollo broiler.
- Determinar cuál de los tres niveles de Zinc tiene mejor efecto sobre la titulación de IgM.
- Elaborar un análisis económico en la relación beneficio/costo.

1.4 HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H₀)

El uso de Zinc no influye sobre la titulación de inmunoglobulinas en pollos broiler (*Gallus gallus*).

Hipótesis alterna (H_a)

El uso de Zinc influye sobre la titulación de inmunoglobulinas en pollos broiler (*Gallus gallus*).

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Historia del ave

El pollo broiler es una de las aves más importantes en la industria avícola, criada específicamente para la producción de carne. Su historia es fascinante y se remonta a principios del siglo XX, cuando comenzaron a desarrollarse las primeras líneas genéticas especializadas en la producción de carne de pollo (CONAVE, 2024).

Un ave joven de línea Broiler de un cruce genéticamente seleccionado la cual posee una velocidad de crecimiento altamente considerable, de una alimentación exigente ya que mediante la alimentación y cualquier aditivo que ellos consuman debe aportar para su desarrollo y que alcancen a tener el tamaño y peso adecuado en semanas determinadas por lo tanto vamos a prescribir conceptos acordes lo que necesitamos saber (Arce, J, 2020).

2.2. Clasificación taxonómica del ave

Reino	Animal
Subtipo	Vertebrados
Clase	Aves
Orden	Gallinae
Suborden	Galli
Familia	Phasianidae
Genero	Gallus
Especie	domesticus
Nombre Científico	<i>Gallus domesticus</i>

Fuente : (Pozo, 2022)

2.3. Avicultura

La producción avícola global ha crecido significativamente en respuesta al aumento de la demanda alimentaria debido al crecimiento de la población. En consecuencia, estas granjas avícolas cumplirán un rol fundamental en asegurar la seguridad alimentaria, considerando el reciente incremento en el consumo de proteínas de

origen animal, como la carne de ave y los huevos. Desde sus inicios, la avicultura se ha caracterizado por un enfoque práctico y educativo, con diversos esfuerzos de investigación que promueven un desarrollo sostenible y rentable. Hoy en día, se observan grandes avances en la tasa de crecimiento de los pollos de engorde y en la producción diaria de huevos, mejorando el desempeño económico en la industria agrícola (Cuellar, A, 2022) .

A escala industrial, la producción avícola se destaca a nivel mundial como una cadena de suministro eficiente para la producción de proteína animal de alta calidad y bajo costo. Estos avances han convertido la carne de pollo en una fuente de alimento asequible, nutritiva y fundamental para millones de personas. Dado su impacto económico y su amplio alcance en diferentes ámbitos sociales y operativos, la efectividad de la industria avícola debe considerar aspectos ambientales, de responsabilidad social y gestión empresarial, promoviendo una integración más respetuosa y equilibrada con el entorno para asegurar la sostenibilidad del sector. Este notable progreso es atribuible al avance genético de líneas modernas, mejorado por prácticas emergentes de manejo, control de enfermedades, factores ambientales, automatización y avances en nutrición y alimentación (FAO, 2022).

2.4. Características de los Pollos Broiler Crow 750

Los polluelos de la línea Crow 750 suelen medir unos 40 cm de largo. Aunque son aves, aún no pueden volar. Los machos son llamados gallos y las hembras, gallinas. Esta línea es una combinación de las líneas Avián y Rhoss, destacándose por su alta producción de carne, rápido crecimiento, bajo índice de conversión alimenticia y buen rendimiento, además de adaptarse fácilmente a cambios climáticos. Se caracterizan por plumas que suelen ser blancas con puntos negros, y sus necesidades nutricionales varían según su edad (Hernández, 2020).

La nutrición es un componente esencial en el costo de producción de pollos de engorde. Las dietas deben diseñarse para equilibrar energía, proteínas, aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales, maximizando el crecimiento y rendimiento. Elegir el nivel adecuado de nutrientes es una decisión económica que cada productor debe considerar (Bautista, 2020).

La producción avícola mundial ha experimentado un crecimiento significativo en respuesta al aumento de la demanda de alimentos debido al crecimiento demográfico. Como resultado, estas granjas avícolas desempeñarán un papel crucial para garantizar la seguridad alimentaria, dado el reciente aumento en el consumo de proteínas animales, particularmente carne de aves y huevos.

2.5. Anatomía del ave

Los huesos que componen la estructura esquelética son densos, pero bastante ligeros en su naturaleza, en algunos huesos largos y planos, la médula ósea es sustituida por cavidades conectadas entre sí para disminuir su peso, la función principal de estos huesos es mejorar la resistencia y proporcionar una estructura fuerte y robusta (Sarmiento, 2021).

2.5.1. Piel y plumas

La cubierta externa de las aves abarca la piel y sus modificaciones, que generan las plumas, la cresta, la barbilla, las orejillas, el pico, los espolones, las uñas y las escamas de las patas. La cubierta del cuerpo, excepto en las aberturas naturales, está unida a las membranas mucosas. Consta de la epidermis, la capa exterior, y la dermis, que la soporta, conectándose a la estructura subyacente mediante el tejido subcutáneo, que contiene nervios sensoriales y vasos sanguíneos (Gallard, 2022)

2.5.2. Sistema muscular

Los músculos aviares se dividen en tres categorías: voluntarios, involuntarios y cardíacos. Los músculos voluntarios o esqueléticos presentan adaptaciones para satisfacer las necesidades de movimiento del ave, las fibras blancas constituyen los músculos esqueléticos y experimentan contracción, sin embargo, este rápido crecimiento puede llevar a problemas, donde los músculos no pueden mantenerse el rápido crecimiento, afectando la calidad de la carne (Cruz, 2023)

2.5.3. Sistema respiratorio

El sistema respiratorio aviar comprende los pulmones y las vías respiratorias que los conectan. Desde la entrada hasta la salida del aire, este pasa por las fosas nasales,

la faringe, la tráquea, la siringe, los bronquios, los pulmones, los sacos aéreos y ciertos huesos neumáticos (Santafé, 2021)

2.5.4. El sistema digestivo

Es esencial tener un entendimiento detallado de las secciones y funciones esenciales del sistema digestivo de las aves para lograr una alimentación eficiente. Secciones del Tracto Digestivo (Toso, 2022).

2.5.5. Pico

El pico se emplea para recoger alimentos, y la lengua, que presenta una bifurcación en su parte posterior, colabora en guiar el alimento hacia el esófago, facilitando la deglución. Además, la lengua puede estar adaptada a diferentes tipos de alimentación dependiendo de la especie, permitiendo una mayor eficiencia en la ingesta de distintos alimentos (Afanador, 2022)

2.5.6. Esófago

El esófago es un conducto muscular que inicia en la boca y actúa como un tubo que facilita el transporte de alimentos y agua desde la boca hasta el buche, una cavidad en la que se almacenan temporalmente los alimentos antes de su paso hacia la molleja, donde se lleva a cabo el proceso digestivo (Aguilar et al., 2020)

2.5.7. Buche

El buche es una zona de almacenamiento transitorio en el sistema digestivo de las aves, donde los alimentos se suavizan y pasan por una primera fase de digestión gracias a enzimas particulares, cruciales en este proceso. Esta sección del aparato digestivo es fundamental para preparar los alimentos para la siguiente fase de digestión en la (Torres, 2020)

2.5.8. Estómago

Es un órgano con paredes gruesas, y cuando el alimento pasa a través de él, las glándulas de estas paredes robustas secretan jugo gástrico. Este jugo contiene ácido

clorhídrico y enzimas digestivas que comienzan la descomposición de los nutrientes para que puedan ser absorbido (López, 2020).

2.5.9. Intestino delgado

El intestino tiene dos partes diferenciadas: una delgada, dondé se lleva a cabo la etapa final de la digestión y la absorción de nutrientes, y una gruesa, cuya función principal es almacenar los desechos en forma de materia fecal. Estas secciones cumplen tres funciones específicas. Primero, generan fluidos intestinales con enzimas que completan la digestión de las proteínas y descomponen los azúcares en formas más simples en el duodeno. Segundo, absorben los nutrientes de los alimentos procesados y los transportan a través del sistema circulatorio. Por último, realizan una acción peristáltica en forma de ondas que mueve los materiales no digeridos hacia los ciegos y el recto (Bautista, J, 2020).

2.5.10. Ciego

Es una extensión en forma de bolsa en el tracto intestinal ubicado entre el intestino delgado y el intestino grueso. En aves, el ciego tiene un papel en la fermentación de la materia vegetal, facilitando la digestión de la celulosa a través de la actividad bacteriana. Esta estructura también puede variar en tamaño y forma dependiendo de la dieta y hábitos alimenticios de las aves (Honorio, E &Vallenas, Y & Bazán, T., 2021).

2.5.11. Intestino grueso

La cloaca es una cavidad terminal presente en aves, reptiles, anfibios y algunos mamíferos. En las aves, es una estructura anatómica multifuncional que sirve como el punto de encuentro final de los sistemas digestivo, urinario y reproductivo; Función de la cloaca en aves: Es el punto dondé se combinan y se vacían los desechos del tracto digestivo, urinario y genital. La cloaca también es fundamental para la reproducción, ya que es el órgano de salida para la puesta de huevos y para la cópula en algunas especies de aves (Arce, J, 2020).

Estructuras de la cloaca, está dividida en tres partes: el proctodeo, que recibe los

desechos sólidos del sistema digestivo; el urodeo, que recibe los desechos líquidos del sistema urinario; y el coprodeo, que es la porción dónde se depositan los desechos antes de ser eliminados del cuerpo. En el caso de las aves, esta estructura se encuentra en la región ventral del cuerpo (Arce, J, 2020)

2.6. Nutrición y alimentación de un pollo de engorde

La nutrición y alimentación adecuada en pollos de engorde es esencial para su crecimiento y desarrollo óptimo. Los pollos de engorde tienen requerimientos nutricionales específicos para las diferentes etapas de su vida, durante las primeras semanas, los pollos deben recibir una dieta alta en proteínas y nutrientes (Altamirano, C, 2022).

Las dietas de los pollos de engorde deben ser balanceadas y deben incluir:

Proteínas

La unidad estructural de las proteínas son los aminoácidos, componentes esenciales en la formación de tejido muscular, tejido óseo y plumas. Los requerimientos de proteínas para pollos de engorde según sus etapas son:

- Etapa Preinicial (1-11 día) será de 23%.
- Etapa Inicial (12-17 días) será de 22%.
- Etapa Crecimiento (18-21 días) es de 20%
- Etapa de Engorde (22-42 días) es de 18%.

Aminoácidos

Los aminoácidos esenciales que deben estar incluidos en la dieta alimenticia son: lisina, metionina, triptófano, treonina, histidina, leucina, isoleucina y arginina. Estos aminoácidos no pueden ser sintetizados en el cuerpo del pollo y, por lo tanto, deben ser proporcionados en la dieta, algunas de las funciones de los aminoácidos esenciales en los pollos de engorde incluyen:

- Lisina: importante para el crecimiento de los músculos y para la síntesis de proteínas en el cuerpo del pollo.
- Metionina: esencial para el crecimiento y desarrollo de las plumas y de la piel en el cuerpo del pollo.
- Treonina: necesaria para la producción de proteínas, la síntesis de colágeno y para mantener la función intestinal normal.
- Triptófano: importante para la producción de proteínas y síntesis de neurotransmisores. También puede mejorar la calidad del sueño en los pollos de engorde.
- Isoleucina: importante para la producción de energía en el cuerpo del pollo.
- Histidina: necesaria para la producción de histamina y la respuesta del sistema inmunológico en los pollos de engorde (Juarros, 2021)

Energía

La energía no es un nutriente, pero es una forma de describir los nutrientes que producen energía al ser metabolizados. La energía, es necesaria para mantener las funciones metabólicas y el desarrollo del peso corporal (Aimacaña, 2021).

Vitaminas

Las vitaminas más importantes para los pollos de engorde incluyen las hidrosolubles, como las del complejo B y la vitamina C, y las liposolubles, que comprenden las vitaminas A, D, E y K; estas cumplen funciones esenciales: la vitamina A es crucial para la salud ocular y un sistema inmunológico robusto, la vitamina D es indispensable para el desarrollo y mantenimiento del sistema óseo, la vitamina E actúa como un potente antioxidante que ayuda a prevenir el daño celular, la vitamina K es vital para la coagulación de la sangre y la salud ósea, y las vitaminas del complejo B son fundamentales para el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas (Toso, 2022).

Minerales

Son importantes para un buen desarrollo esquelético, calidad de la piel, plumaje, capacidad de regeneración, mejora el índice de crecimiento y fortalece el sistema inmune. Dentro de los macrominerales esenciales está el Ca, P, K, Na, Cl, Mg, S y respecto a los micro minerales el Fe, I, Cu, Zn, Mn (Ávila, 2022).

Grasas

Se ha evidenciado que las aves son incapaces de sintetizar ciertos ácidos grasos insaturados (linoleicos linolénicos), por lo que deben complementarse en la dieta. En efecto recomienda un mínimo de 5% de grasa añadida a partir de las 8 semanas de edad, ya que esto tiene un efecto beneficioso sobre la eficiencia alimenticia, fundamentalmente en épocas de verano. La introducción de aceites en la dieta para pavos es una práctica como por su elevada concentración energética y altas necesidades nutricionales en la etapa de crecimiento de estas aves (Oñate, 2023).

Requerimientos nutricionales del pollo de engorde (P.V. 2,0-3,5 kg).

Clase de Nutrientes	Etapa del pollo de engorde		
	Inicial	Crecimiento	Finalización
Proteína cruda %	23	21.50	19,5-18
EM, Kcal/kg	2975	3050	3100-3125
Calcio %	0.95	0.75	0.65
Fósforo %	0.50	0.42	0.36
Magnesio %	0.05-0.30	0.05-0.30	0.05-0.30
Sodio %	0.18-0.23	0.18-0.23	0.18-0.23
Cloruro %	0.18-0.23	0.18-0.23	0.18-0.23
Potasio %	0.60-0.90	0.60-0.90	0.60-0.90
Hierro (mg)	20	20	20
Cobre (mg)	16	16	16
Manganeso (mg)	120	120	120
Lisina %	1.32	1.18	1.08
Metionina %	0.55	0.51	0.48
Cisteína %	1.00	0.92	0.86
Treonina %	0.88	0.79	0.72
Triptófano %	0.21	0.19	0.17
Leucina %	1.45	1.30	1.19
Vitamina A (UI)	13000	11000	10000

Clase de Nutrientes	Etapa del pollo de engorde		
Vitamina E (UI)	80	65	55
Vitamina K (mg)	4.0	3.6	3.2
Tiamina o B1 (mg)	5	4	3
Riboflavina o B2 (mg)	9	8	7
Niacina o B3 (mg)	70	65	50
Ácido fólico (mg)	2.5	2.0	1.8
Vitamina B12 (mg)	0.02	0.018	0.016

Fuente: (Arbor Acres, 2022)

2.7. Aditivo

El concepto de funcionalidad aditivo debe enfatizarse en el estudio sistemático de fitoquímicos bioactivos o protectores que se encuentran en las plantas de asegurar una nutrición adecuada a las aves, el alimento debe digerirse y absorberse de manera eficiente, segura y sin patógenos, y, debe modularse el microbiota del tracto gastrointestinal para controlar las enfermedades intestinales y protegerlas del daño oxidativo (Avicola, 2021).

2.8. Importancia del Zinc

El Zinc es un micronutriente esencial en la dieta de los pollos de engorde, ya que aporta múltiples beneficios para su salud y rendimiento productivo. Una de sus funciones más destacadas es su acción antioxidante, al formar parte de la enzima glutatión peroxidasa, la cual protege las células del daño oxidativo al neutralizar los radicales libres. Esto contribuye a reducir el estrés oxidativo en los tejidos, un factor clave para el bienestar general de las aves (Aguilar et al., 2020).

Además, el Zinc desempeña un papel fundamental en el fortalecimiento del sistema inmunológico, ayudando a los pollos a resistir enfermedades y a recuperarse con mayor rapidez de infecciones. Esto resulta especialmente crucial en sistemas de producción intensiva, donde la prevención de enfermedades es determinante para mantener la eficiencia y el rendimiento productivo (Cedeño, 2022).

2.9. Zinc y su relación con las aves

El Zinc también contribuye al crecimiento y desarrollo óptimos de los pollos al

mejorar la función celular y reducir el estrés oxidativo. Esto se traduce en una mejor conversión alimenticia y un rendimiento general superior, lo que es clave para la rentabilidad en la producción avícola (Aimacaña, 2021).

La salud muscular es otro aspecto beneficiado por el Zinc, ya que su deficiencia puede causar desórdenes musculares como la miopatía. Al prevenir estos problemas, se asegura una buena calidad de la carne, lo que es importante para satisfacer las demandas del mercado (Aguilar et al., 2020)

2.10. Efecto de niveles altos de Zinc

Asimismo, la inclusión de Zinc en la dieta mejora la calidad del producto final, aumentando el contenido de Zinc en la carne y los huevos, y elevando su valor nutritivo para los consumidores . Aunque en los pollos de engorde su impacto en la reproducción no es tan relevante, en aves de postura, el Zinc es crucial para la salud reproductiva, beneficiando también a los órganos reproductivos debido a su función antioxidante (Vela, 2024).

Estos beneficios resaltan la importancia del Zinc como un componente integral de una nutrición balanceada en la avicultura, optimizando la salud y la productividad de los pollos de engorde (Zhang, 2021).

2.11. Fuentes de Zinc

Tradicionalmente, el Zinc (Zn) en la alimentación de aves de corral se suplementaba mediante fuentes inorgánicas como el sulfato de Zinc ($ZnSO_4$), que contiene un 36% de Zn, y el óxido de Zinc (ZnO), con un 72% de Zn, debido a su bajo costo y amplia disponibilidad. Sin embargo, en la actualidad se utilizan fuentes orgánicas más biodisponibles, como el Zn-metionina, el propionato de Zn y el picolinato de Zn, que presentan una absorción más eficiente en comparación con las fuentes inorgánicas como el sulfato. Estas fuentes orgánicas, que imitan las formas minerales presentes en las materias primas, permiten formular dietas con menores niveles de Zn, reduciendo su excreción sin afectar el rendimiento de las aves. Además, el Zn desempeña un papel clave en los procesos metabólicos, ayudando a combatir las especies reactivas de oxígeno (ROS), las cuales pueden causar daños celulares, inhibir el sistema inmune y aumentar el riesgo de enfermedades crónicas.

Los antioxidantes, como el Zn, son fundamentales para neutralizar los efectos dañinos de las ROS y proteger al organismo (Castellano F, 2020).

2.12. Efecto de la bacitracina de Zinc en el rendimiento de pollos de engorde

El uso de antimicrobianos como promotores de crecimiento en pollos de engorde ha generado controversia en los últimos años. Brasil, como tercer mayor productor mundial de pollos de engorde, ha establecido límites para el uso de estos compuestos. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la bacitracina de Zinc, aplicada dentro de los niveles recomendados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA), sobre el rendimiento de pollos de engorde durante sus primeros 21 días de vida. Se realizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y 10 repeticiones de 25 pollos Cobb 500® machos por repetición. Los tratamientos consistieron en diferentes niveles de inclusión de bacitracina de Zinc (0, 10, 25, 40 y 55 ppm), y se analizaron variables como consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. Los resultados mostraron que la bacitracina de Zinc fue efectiva como promotor de rendimiento en pollos criados hasta los 55 días, ya que redujo el consumo de alimento y aumentó la ganancia de peso en comparación con el grupo sin antimicrobiano. En general, la mejor conversión alimenticia se obtuvo con 55 ppm de bacitracina de Zinc en la dieta. (Alvarez L, 2021)

2.13. Sistema inmunológico en pollos de engorde

El sistema inmunológico de los pollos de engorde, o broilers, se compone de dos ramas principales que trabajan conjuntamente para defender al ave contra patógenos: el sistema inmunitario innato y el adaptativo. El sistema innato proporciona una respuesta inmediata y no específica ante la detección de antígenos, utilizando barreras físicas y químicas, proteínas sanguíneas y componentes celulares. Por otro lado, el sistema adaptativo es más complejo y tarda más en responder, pero ofrece una defensa específica y duradera mediante la producción de anticuerpos y la activación de linfocitos especializados (Novus, 2024).

Durante las primeras semanas de vida, los pollos dependen en gran medida de los anticuerpos maternos transferidos a través del huevo, ya que su propio sistema

inmunológico aún está en desarrollo. Esta inmunidad pasiva es crucial para proteger a los pollitos contra desafíos externos en sus primeros días de vida. A medida que crecen, su sistema inmunológico madura y se vuelve más competente para enfrentar patógenos de manera independiente (Bhoyar, 2021).

El intestino desempeña un papel fundamental en la inmunidad de las aves, actuando como primera línea de defensa contra patógenos que ingresan al cuerpo a través del sistema digestivo. Los pollos poseen un sistema inmunológico especializado en el intestino, conocido como tejido linfoide asociado al intestino (GALT), que ayuda a identificar y responder a agentes patógenos potenciales. Mantener una buena salud intestinal es esencial para asegurar una respuesta inmunológica eficaz y, por ende, una producción avícola exitosa (Zhang, 2021).

2.14. Tipos de inmunoglobulinas

- **La inmunoglobulina Y (IgY)**

La inmunoglobulina Y (IgY) se reconoce como el equivalente funcional de la inmunoglobulina G (IgG) en los mamíferos y constituye la principal inmunoglobulina presente en el suero de las aves. Su concentración más elevada se encuentra en la yema de los huevos, lo que demuestra su importancia en el mecanismo de transmisión de inmunidad de la madre hacia los pollitos recién nacidos. Estructuralmente, está compuesta por dos cadenas pesadas y dos cadenas ligeras, con una masa molecular aproximada de 167 kDa. A diferencia de la IgG de los mamíferos, la IgY no se une a proteínas como la proteína A o G y tampoco activa el sistema del complemento, lo que marca una diferencia en su forma de interactuar con otros componentes inmunológicos.

En términos de salud aviar, la IgY resulta esencial porque ofrece una protección inmediata y pasiva a los pollitos durante sus primeras semanas de vida, etapa en la cual su sistema inmune aún es inmaduro. Al transferirse desde la madre a través del huevo, esta inmunoglobulina brinda defensa frente a bacterias, virus y parásitos comunes en los sistemas de producción avícola. Esto reduce el riesgo de infecciones tempranas y contribuye a una menor mortalidad en las parvadas. De igual manera, la presencia de IgY en la yema promueve un mejor inicio en el crecimiento,

permitiendo que los pollos alcancen un desarrollo más rápido y con menos complicaciones sanitarias, lo cual repercute positivamente en la productividad y rentabilidad de la explotación avícola (Zhang, 2021).

- **Inmunoglobulina A (IgA)**

La inmunoglobulina A (IgA) se encuentra en mayor proporción en las mucosas y cumple un papel crítico en la protección de las superficies epiteliales del sistema respiratorio y del tracto gastrointestinal. Este anticuerpo actúa creando una primera barrera de defensa contra los patógenos que ingresan al organismo por medio de la inhalación o la ingesta de alimentos y agua. Su acción se basa en la formación de complejos inmunes que bloquean la adherencia de los microorganismos al epitelio, evitando así su colonización y posterior proliferación.

En los pollos, la IgA es determinante para mantener la integridad de la mucosa intestinal, que es la puerta de entrada más frecuente de infecciones. Una buena producción de IgA se traduce en una menor incidencia de enfermedades gastrointestinales, como enteritis bacterianas o virales, y en una mejor absorción de nutrientes, lo que repercute directamente en el crecimiento y la conversión alimenticia. A nivel respiratorio, este anticuerpo disminuye el impacto de patógenos como *Mycoplasma* o *Escherichia coli*, que afectan la salud y el rendimiento productivo de las aves. Por tanto, la IgA no solo protege contra enfermedades, sino que también contribuye al bienestar general de los pollos, favoreciendo un crecimiento más uniforme y una mayor eficiencia en la producción avícola (Peralta, 2021).

- **Inmunoglobulina M (IgM)**

La inmunoglobulina M (IgM) es la primera en ser producida por el organismo de las aves en respuesta a una infección primaria, por lo que actúa como el anticuerpo de respuesta inicial. Se localiza principalmente en el plasma sanguíneo y se caracteriza por su gran eficacia en la formación de complejos antígeno-anticuerpo. Gracias a esta capacidad, la IgM activa de manera eficiente el sistema del complemento, lo que potencia los mecanismos de lisis bacteriana y eliminación de

virus en las etapas tempranas de la infección.

En el caso de los pollos, la presencia de IgM es vital durante los primeros días de vida, ya que asegura una reacción rápida frente a patógenos emergentes mientras se desarrollan otras inmunoglobulinas como la IgY y la IgA. Esto significa que las aves pueden contener infecciones de forma temprana, reduciendo la severidad de las enfermedades y favoreciendo una recuperación más rápida. En la práctica avícola, una respuesta eficiente de IgM se relaciona con una disminución de la mortalidad en las primeras semanas de crianza, un fortalecimiento general del sistema inmune y una base sólida para el desarrollo de inmunidad específica a largo plazo. En consecuencia, esta inmunoglobulina no solo representa un mecanismo de defensa inmediata, sino que también garantiza que los pollos logren un estado sanitario más estable, lo que repercute en una mejor ganancia de peso y mayor productividad en las granjas avícolas (Warr, 2021).

2.15. Minerales e Inmunidad

Los minerales son componentes esenciales en la dieta de los pollos de engorde, pues cumplen funciones vitales para el correcto funcionamiento del sistema inmunológico. Elementos como el selenio, el cobre y el hierro participan en procesos enzimáticos y antioxidantes, que ayudan a proteger las células contra el estrés oxidativo y a mantener la integridad de las barreras celulares. Su adecuada incorporación en la alimentación favorece la respuesta inmune, permitiendo a las aves combatir infecciones de manera más eficiente (Zhang, Q & Wang, X, 2021).

El Zinc es uno de los minerales más importantes en la modulación del sistema inmune de los broilers. Este oligoelemento actúa como cofactor en numerosas enzimas y es fundamental para la activación y proliferación de linfocitos, fortaleciendo la respuesta frente a patógenos. Investigaciones recientes han evidenciado que la suplementación con Zinc mejora la respuesta inmune y reduce la incidencia de enfermedades en pollos de engorde (Aimacaña, 2021).

La implementación de estrategias nutricionales que aseguren un aporte equilibrado de minerales se traduce en un mejor rendimiento productivo y una mayor resiliencia frente a factores estresantes. Una adecuada formulación de la dieta no solo optimiza

el crecimiento y la salud intestinal de los pollos, sino que también potencia la función del sistema inmunológico, aspecto crucial en la producción avícola moderna. La actualización constante de las prácticas alimentarias, basada en evidencia científica reciente (Khan, 2022) .

2.16. Métodos para la determinación de inmunoglobulinas ELISA

Es el método más utilizado para determinar las inmunoglobulinas IgM. Esta técnica se fundamenta en la interacción específica entre antígenos e inmunoglobulinas, permitiendo una alta sensibilidad y especificidad en la detección de IgM en muestras biológicas como suero o plasma. Su precisión y capacidad para cuantificar niveles bajos hacen del ELISA una herramienta esencial en diagnósticos y estudios de investigación (Zhang, 2021).

Inmunodifusión radial

Se basa en la formación de anillos de precipitación en un gel. Al difundir los anticuerpos y antígenos en el medio, se forma un anillo cuya medida es proporcional a la concentración de IgM presente en la muestra. Aunque esta técnica es menos sensible que el ELISA, resulta práctica y de bajo costo, especialmente útil en contextos donde se requieren análisis epidemiológicos o en entornos con recursos limitados (Aimacaña, 2021).

La nefelometría

Este método permite una cuantificación eficiente de IgM y es especialmente valorado por su capacidad para proporcionar resultados en poco tiempo, lo que es crucial para el monitoreo continuo del estado inmunológico en estudios tanto clínicos como de producción animal (Aguilar et al., 2020).

Turbidimetría

Es una técnica analítica que mide la cantidad de luz que se dispersa cuando atraviesa una muestra líquida turbia, es decir, que contiene partículas en suspensión. La turbidez de una solución está relacionada con la cantidad y tamaño de las partículas presentes (Warr, 2021).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación de la investigación

La investigación se realizó en la parroquia San Simón del cantón Guaranda, provincia Bolívar, país Ecuador.

- **Localización de la investigación**

El experimento se realizó en la provincia Bolívar del cantón Guaranda en la parroquia San Simón en el barrio San Vicente en la calle Ángel Polibio Chaves.

- **Situación geográfica y edafoclimática**

COORDENADAS DMS

Latitud 1°34'0"S

Longitud 79°1'0" W

CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Altitud 2640 m.s.n.m.

Precipitación 1750mm/año

Humedad relativa y promedio anual 75%

Temperatura máxima 24 °C

Temperatura media 10 °C

Temperatura mínima 17°C

Fuente: Estación Meteorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Estatal de Bolívar 2023.

- **Zona de vida**

La ubicación del lugar que se realizó el experimento de acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida por Leslie Holdridge corresponde a Bosque Húmedo, Montano Bajo (Holdridge, L, 1978).

3.2 Metodología

3.2.1 Material en estudio

208 pollos de la línea Crow

Niveles de Zinc

3.2.2. Factores de estudio

Factor A:

Pollos broiler Crow 750

Factor B:

Niveles de Zinc

B0-Testigo

B1- agua + Zinc 0.1 g/kg de alimento

B2- Agua+ Zinc 0.2 g/kg de alimento

B3- Agua+ Zinc 0.3 g/kg de alimento

3.2.3. Tratamientos

Tabla 1.

Descripción de tratamiento

Tratamientos	Código	DETALLE
T1	A1 B0	Agua + balanceado
T2	A1 B1	0.1g/l en el agua + balanceado
T3	A1 B2	0.2g/l en el agua + balanceado
T4	A1 B3	0.3g/l en el agua + balanceado

Tabla 2.*Distribución de tratamientos*

Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	4
Número de animales por unidad experimental	13
Número total unidades experimentales	208

3.2.4. Tipo de diseño experimental

El tipo de diseño que se utilizó fue un diseño de bloques completos al azar (DBCA), lo cual tuvo como fin controlar la variabilidad en los tratamientos antes mencionados, de acuerdo al modelo estadístico.

Tabla 3.*Análisis de varianza*

Fuente de variación	Grados libertad	Cuadrado medio esperado
Total (t* r) -1	15	
Bloques (repeticiones) r-1	3	$f_2^2 + 4f_2^2$ de bloques
Tratamientos t-1	3	$f_2^2 + 602$ tratamientos
Error experimental (t -1) (r-1)	9	$f_2^2 e$

3.2.5. Tipo de análisis

Todos los datos recopilados en esta investigación fueron analizados mediante un análisis estadístico descriptivo, empleando la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Para ello, se utilizó el software estadístico InfoStat, lo que permitió un procesamiento preciso y eficiente de la información.

3.2.6. Métodos de evaluación y datos tomados

- **Peso inicial(P)**

Esta variable se evaluó al inicio del trabajo experimental, los datos fueron registrados a la llegada de los pollitos broiler con la ayuda de una balanza gramera.

- **Peso semanal (PS)**

Esta variable cuantitativa fue expresada en gramos, se tomó el peso por semana de cada tratamiento desde la llegada de los pollitos broiler hasta la sexta semana que fue su finalización.

- **Ganancia de peso (GP)**

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

$$GP = P1 - P2$$

Dónde:

GP = Ganancia de peso

P2 = Peso anterior

P1 = Peso actual

- **Consumo de alimento total (CAT)**

Esta variable se realizó sumando el consumo semanal del alimento suministrado por cada uno de los tratamientos hasta la finalización del experimento.

$$AC = AS (kg) - RAS(g)$$

Dónde:

AC = Alimento consumido

AS = Alimento suministrado

RAS = Residuos de alimento suministrado

- **Conversión Alimenticia (C.A)**

Para la obtención de esta variable se utilizó la siguiente fórmula:

$$CA = AC / GP$$

Dónde:

CA = Conversión alimenticia

AC = Alimento consumido

GP = Ganancia de peso

- **Mortalidad por tratamiento (M)**

Se determinó el porcentaje de mortalidad por cada tratamiento durante todo el proceso de investigación aplicando la siguiente fórmula:

$$\%M = \frac{\# PM}{\# PT} \times 100$$

Dónde:

PM = Pollitos muertos

PI = Pollitos iniciados

100 = Factor en %

- **Títulos de anticuerpos**

Las muestras de sangre fueron extraídas por cada tratamiento, y enviadas a un laboratorio clínico donde se obtuvieron la cantidad de inmunoglobulinas presentes por cada tratamiento.

- **Análisis de beneficio/costo:**

Se realizó una vez terminado el proyecto de investigación, con la venta de los pollos broiler al precio que se encuentre en el mercado para así contabilizar los ingresos y egresos del experimento en estudio.

3.2.7. Manejo del experimento

- **Limpieza y desinfección del galpón**

Se realizó la limpieza del galpón con un barrido profundo del piso, techos y paredes, tanto de la parte interna como de la parte externa. Se usó amonio cuaternario diluido en agua y se desinfectó por medio de aspersión en todo el galpón, complementándolo con el flameado de la instalación. A su vez, se desinfectaron los comederos y bebederos con yodo en una concentración de 10 ml/litro de agua, y al ingreso del galpón se colocó una tina con cal para evitar la contaminación.

- **Preparación del galpón avícola**

El experimento se inició con la adecuación del galpón para cada uno de los tratamientos. Antes del ingreso de las aves, se colocó la cama con viruta con un espesor de 10 a 12 cm y papel periódico; se instalaron la criadora, los bebederos y comederos, así como las cortinas internas y externas como ayuda para la obtención óptima de la temperatura que requerían los pollos de 37 a 38 °C durante la primera semana.

- **Identificación de los tratamientos**

Cada tratamiento fue identificado mediante la colocación de rótulos para posteriormente conformar de manera aleatoria las unidades experimentales.

- **Adquisición de pollitos**

Se compraron 208 pollitos de un día de nacidos, los cuales fueron distribuidos en cada uno de los tratamientos a partir del día 21 de edad.

- **Consumo de alimento**

Durante la etapa primicial (10 días), se administró a los pollos broiler el balanceado comercial, el cual fue suministrado desde el día 21 de acuerdo con los porcentajes establecidos en la formulación de las dietas para la etapa de crecimiento.

- **Control de temperatura**

La temperatura adecuada del medio ambiente fue de 32 °C; se verificó que no existiera la presencia de corrientes de aire y se fue disminuyendo 3 °C por semana, hasta llegar a los 20 o 22 °C, teniendo en cuenta que las aves fisiológicamente respondían al estímulo ambiental.

- **Manejo del encortinado**

La colocación de cortinas se realizó para controlar el frío del exterior y proteger a los pollitos del mismo; la cortina se recogía a las 08:00 AM y se volvía a colocar a las 17:00 PM.

- **Manejo de luz**

Durante el primer día de edad, la luz se mantuvo encendida 24 horas, y se disminuyó el tiempo de exposición cada día hasta llegar al noveno día, en el que se mantuvo una noche de 8 horas de oscuridad.

- **Vacunación**

1.er día - Enfermedad de Marek: La vacuna contra esta enfermedad se aplicó mediante inyección intramuscular durante el primer día de vida.

1.er día - Newcastle: Se aplicó la vacuna el primer día de vida de los pollitos.

21. ° día - Cólera aviar: Esta vacuna se administró por vía subcutánea, destinada a prevenir infecciones bacterianas.

- **Primera semana de vida**

Se mantuvo la temperatura entre 32 y 34 °C, colocando una bandeja de alimento por cada 30 pollitos bebés, y se añadieron vitaminas y electrolitos al agua para controlar el estrés. Durante la primera semana, se administró un antibiótico, como la doxiciclina, para mejorar la cicatrización umbilical. El alimento se administró *ad libitum*, sin restricciones, y se monitoreó continuamente la temperatura para mantener los parámetros adecuados.

- **Segunda semana**

Se administró agua pura y el alimento fue medido en gramos por ave al día; la temperatura se redujo a 20 °C, y se incrementaron dos comederos y dos bebederos.

- **Tercera semana**

Se realizó divisiones para ubicar a los pollos en cada tratamiento y se redujo la temperatura a 16 °C.

- **Cuarta semana**

Los pollos se distribuyeron en los tratamientos donde se colocó 16 pollitos en cada repetición; se ajustó el alimento y se administró el zinc de acuerdo a cada nivel (0.1g; 0.2g;03g) de zinc, según su tratamiento, reduciendo la temperatura en 2 °C por semana hasta llegar a la temperatura ambiente, teniendo en cuenta que en cada tratamiento hubo 52 pollitos.

- **Ventilación**

Este proceso se controló desde la segunda semana de vida de los pollos, por las mañanas se alzaban las cortinas y por la tarde se bajaban nuevamente para evitar las corrientes de aire en el galpón.

- **Aplicación de zinc**

Se administró a partir del día 21 mediante la ayuda de una balanza digital, correspondiente a la concentración por cada tratamiento: 0,1 g/kg; 0,2 g/kg; 0,3 g/kg de balanceado según su concentración, hasta la finalización de la investigación en el día 42.

- **Recolección de muestras**

Se recolectó muestras de sangre de la vena braquial de los animales experimentales en los días 21 y 42 de cada tratamiento. Estas muestras fueron analizadas en laboratorio para evaluar el impacto de los tratamientos en el sistema inmunitario.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

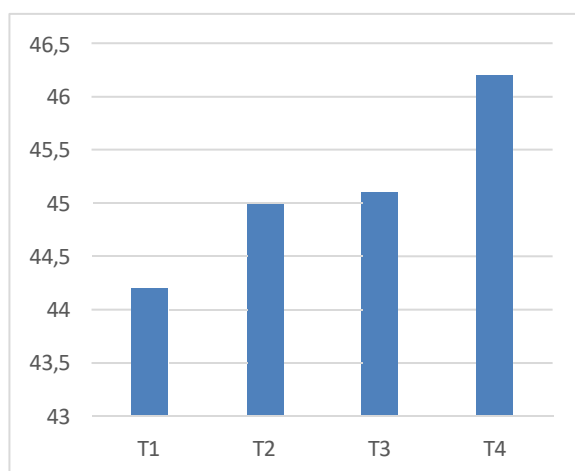
Tabla 4.

Peso inicial

Tratamientos	Peso 0	*
T1	44,20	A
T2	44,95	AB
T3	45,10	AB
T4	46,20	B
Cv%	2,40	

Figura 1.

Peso inicial



De acuerdo con los datos obtenidos se determinó el peso inicial de los pollitos broiler, expresado en gramos, presentó diferencias estadísticas entre tratamientos $P > 0,05$ de acuerdo con la prueba de Tukey, donde T4 presentó el mayor peso

promedio (46,20 g) y T1 el menor (44,20 g). De acuerdo con la comparación de medias, T1 (A) y T4 (B) son diferentes significativamente entre sí, mientras que T2 (44,95 g) y T3 (45,10 g), ambos con la letra AB, no presentan diferencias significativas con ninguno de los otros tratamientos. El coeficiente de variación (CV) fue de 2,40%, lo que indica baja variabilidad y buena confiabilidad.

(Reinoso, 2020) en su investigación; “Utilización de diferentes niveles de zinc (20 ppm, 40ppm, 60 ppm, 80 ppm) como aditivo en remplazo de los antibióticos en alimentación de pollo de engordé”, en cuanto al promedio del peso inicial fue de 45g.

En relación a los resultados se determinó un peso inicial similar al de nuestro proyecto, se deduce que los factores que influyeron son las circunstancias previas al nacimiento, condiciones de incubación, estrés, calidad del pollo y características fisiológicas.

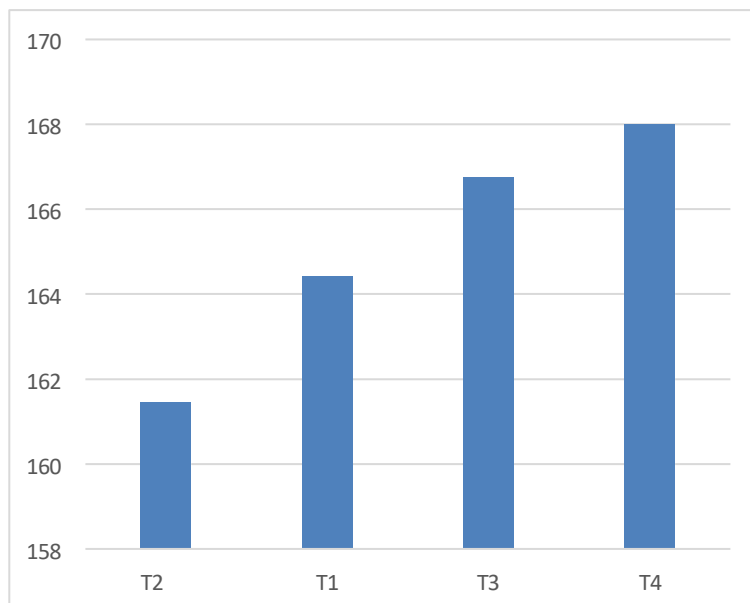
Tabla 5.

Peso semana 1

Tratamientos	Peso S1	*
T1	164,44	A
T2	164,30	AB
T3	165,66	AB
T4	168,00	B
Cv	3,67	

Figura 2.

Peso semana 1



En la primera semana de evaluación, los pesos promedio iniciales de las aves fueron significativos ($P > 0,05$). El tratamiento T4 presentó el mayor peso promedio con 168,00 g, mientras que el menor correspondió a T2 con 164,30 g. La diferencia entre tratamientos es mínima, lo que sugiere que todos los grupos partieron de condiciones equivalentes. El coeficiente de variación (CV) de 3,67% confirma una baja variabilidad entre los individuos.

(Rivera et al., 2023) menciona en su investigación “Adición de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS” reportó un peso promedio en la primera semana de 180 g.

La diferencia con el peso de nuestra investigación es que se observó una inferioridad con Rivera, el valor de los pesos, estableciendo varios factores como las condiciones ambientales, característica del alimento, patologías, stress y manejo zootécnico.

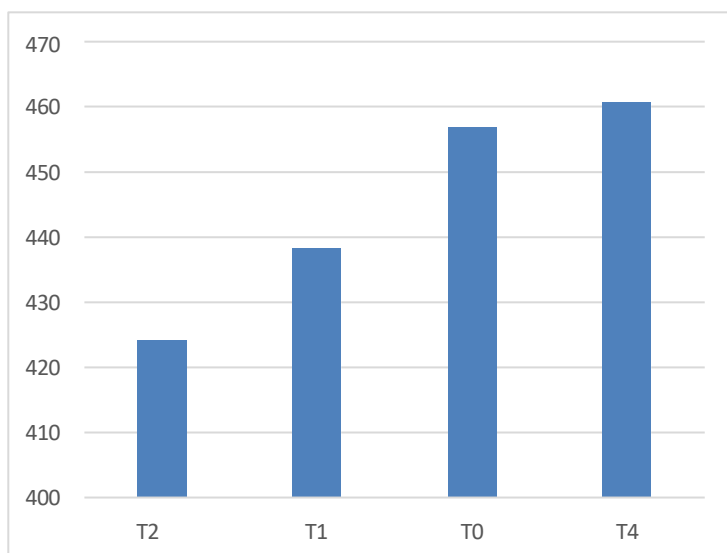
Tabla 6.

Peso semana 2

Tratamientos	Peso 2	*
T1	428,20	A
T2	430,22	B
T3	440,86	C
T4	460,70	D
Cv	1,20	

Figura 3.

Peso semana 2



Durante la segunda semana, se observa un incremento notable en el peso de las aves en todos los tratamientos respecto a la semana anterior, evidenciando un adecuado crecimiento. El tratamiento T4 alcanzó el mayor peso promedio con 460,70 g, seguido de T3 con 440,86 g, mientras que T1 y T2 registraron los valores más bajos, con 428,20 g y 430,22 g, respectivamente. Esto indica que las aves de los tratamientos T3 y T4 presentaron un mejor desempeño en ganancia de peso durante este periodo. Además, el coeficiente de variación (CV) de 1,20% refleja una mínima dispersión entre los datos.

Los valores obtenidos en nuestra investigación son inferiores a los datos obtenidos por (Meza & García, 2022) , quienes investigaron sobre “Suplementación de zinc en la dieta de Pollos de engorde en la UFPSO” reportando pesos promedios en la tercera semana de 620 g lo que se atribuye a tipo de cuidado, genética de las aves de engorde y aplicación de zinc en su alimentación.

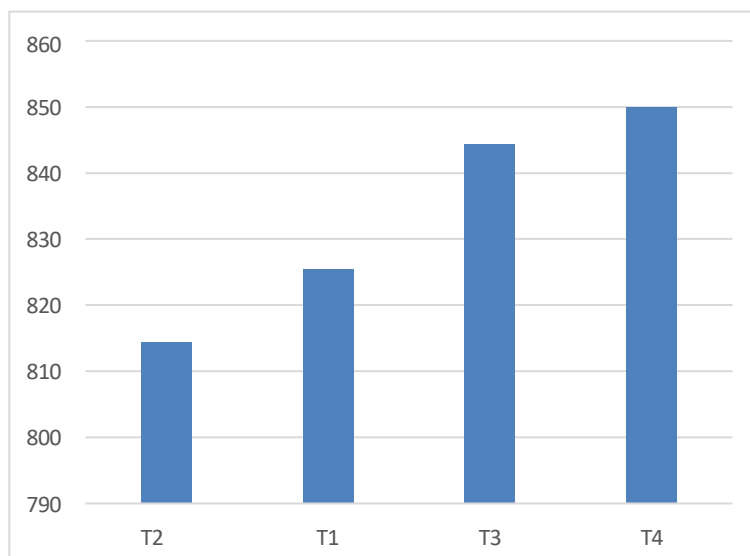
Tabla 7.

Peso semana 3

	Peso 3	*
T2	814,40	A
T1	825,50	B
T3	844,30	C
T4	850,00	D
Cv	0,53	

Figura 4.

Peso semana 3



En la tercera semana se observaron diferencias significativas en el peso de las aves entre los tratamientos. El mayor peso promedio correspondió al tratamiento T4 con 850,00 g. En contraste, el valor más bajo se registró en el tratamiento T2 con 814,40 g, evidenciando un crecimiento menor respecto a los demás grupos. El coeficiente de variación (0,53%) refleja una excelente uniformidad en los datos, lo que garantiza la confiabilidad de los resultados y sugiere que las diferencias observadas se deben al efecto real de los tratamientos aplicados.

(Panizo, 2021) en su investigación sobre “Inclusión de tres niveles de una combinación entre tributirina, levadura hidrolizada y proteinato de zinc para medir el impacto en las variables productivas de pollos broiler”, registraron un peso promedio semanal a la tercera semana de vida de 780 g.

Esta diferencia consigue estar asociada a factores como la composición de la dieta, el manejo de los animales o las condiciones ambientales del estudio.

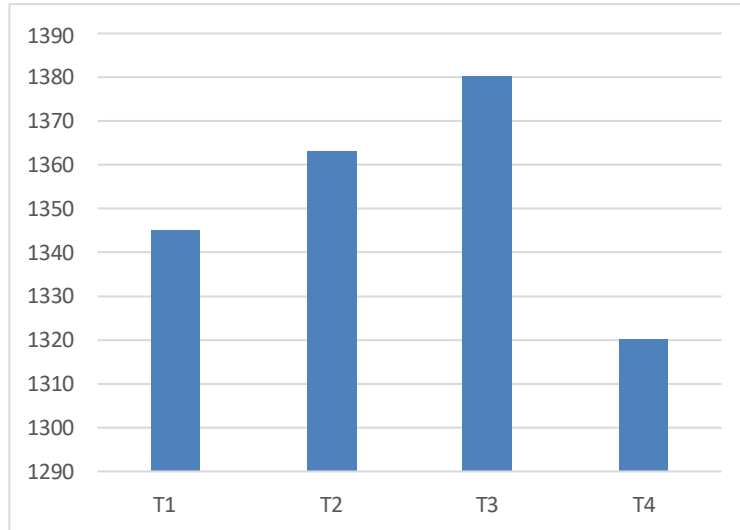
Tabla 8.

Peso semana 4

Tratamientos	Peso 4	*
T1	1345,11	A
T2	1363,22	B
T3	1380,26	C
T4	1320,20	D
Cv	0,72	

Figura 5.

Peso semana 4



Durante la cuarta semana de evaluación se observaron diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos. El mayor peso promedio correspondió al tratamiento T3 (1380,26 g), seguido por T2 (1363,22 g) y T1 (1345,11 g), mientras que el T4 (1320,20 g) registró el menor valor. El coeficiente de variación ($CV = 0,72\%$) indica una buena precisión experimental, reflejando que los datos presentan baja dispersión.

(Ennab, 2024) en su investigación denominada “La ingesta de zinc mejora la morfología intestinal y el estrés oxidativo de los pollos de engorde sometidos a estrés térmico.” reportaron un peso promedio 1240 g en la cuarta semana.

En comparación con la investigación expuesta el valor del peso es inferior por parte de Ennab, se atribuye a diferentes factores tipo de alimentación, dosificación del zinc y genética del ave.

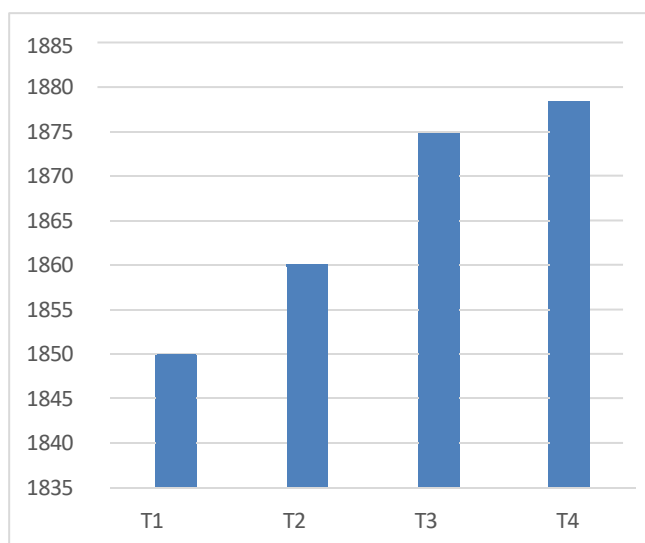
Tabla 9.

Peso semana 5

Tratamientos	Peso 5	*
T1	1850,00	A
T2	1860,86	B
T3	1874,76	C
T4	1878,40	C
Cv	0,57	

Figura 6.

Peso semana 5



En la semana 5, el mayor peso promedio lo presentó T4 (1878,40 g, grupo C), seguido muy de cerca por T3 (1874,76 g, grupo C), sin diferencias estadísticas entre ellos, mientras que T2 (1860,86 g, grupo B) y T1 (1850,00 g, grupo A) mostraron valores menores y estadísticamente distintos, con un coeficiente de variación de 0,57%, lo que indica alta uniformidad en los datos.

Al comparar estos resultados con estudios previos, se observa una correspondencia con los hallazgos de (Panizo, 2021) quien reportó un peso promedio en la semana 5 de 1066,13 g es un decir un peso inferior al expuesto esta diferencia se relaciona a diferentes factores que influyeron en el peso de las aves como factores climáticos, administración de zinc y estrés aviar.

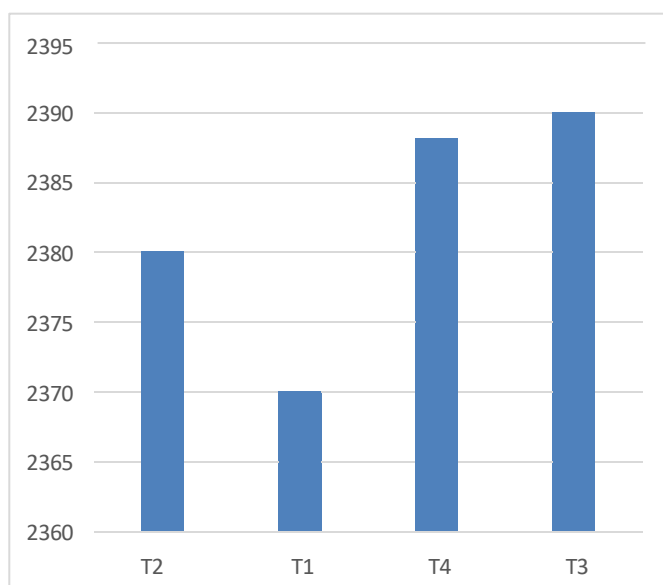
Tabla 10.

Peso semana 6

Tratamientos	Peso 6	*
T2	2380,20	A
T1	2370,14	B
T4	2388,10	C
T3	2390,40	D
Cv	3,20	

Figura 7.

Peso Semana 6



En la sexta semana, las aves alcanzaron pesos elevados, observándose diferencias significativas entre los tratamientos. El mayor peso promedio se registró en el tratamiento T3 con 2390,40 g, seguido muy de cerca por T4 con 2388,10 g, lo que indica un mejor desempeño en la ganancia de peso en estos grupos. En contraste, el menor valor correspondió al tratamiento T1 con 2370,14 g, mostrando un leve rezago en el crecimiento. El coeficiente de variación (3,20%) evidencia una baja dispersión entre los datos, lo que refleja uniformidad en el comportamiento de las aves y fiabilidad en los resultados obtenidos.

Los valores obtenidos en esta investigación son inferiores a los reportados por (Meza & García, 2022), quienes investigaron sobre “Suplementación de zinc en la dieta de Pollos de engorde en la UFPSO” reportaron un peso promedio en la sexta semana de 1940 g.

La diferencia que se determinó fue peso superior en nuestro proyecto, se establece que varios son los factores que influyeron como las condiciones ambientales, característica del alimento, patologías, stress, manejo zootécnico y la administración de zinc.

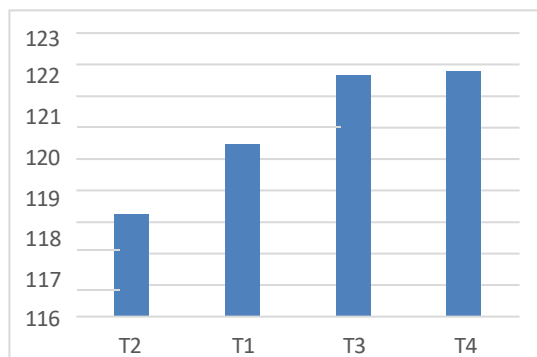
Tabla 11.

Ganancia de peso semana 1

Tratamientos	Peso 0	PS1	GP
T2	44,20	164,44	120,24
T1	44,95	164,30	119,35
T3	45,10	165,66	120,56
T4	46,20	168,00	121,8
Cv	1,30		

Figura 8.

Ganancia de peso semana 1



En la semana 1, la mayor ganancia de peso promedio se registró en T4 (121,80 g), seguida por T3 (120,56 g), T2 (120,24 g) y T1 (119,35 g), con diferencias numéricas muy pequeñas entre tratamientos. El coeficiente de variación (1,30%) indica una variabilidad muy baja, lo que refleja alta uniformidad en el comportamiento de los animales.

(Meza & García, 2022) en su investigación denominada “Suplementación de zinc en la dieta de Pollos de engorde en la UFPSO” reportó una ganancia de peso promedio de 69,33 g en su primera semana de estudio en comparación con el valor de Meza & García nuestra investigación fue superior esto está relacionado al buen manejo de las aves en sus primeras etapas de desarrollo.

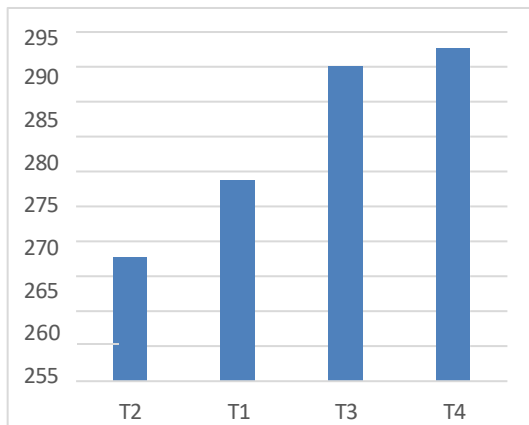
Tabla 12.

Ganancia de peso

Tratamientos	Peso 1	Ps2	GP
T2	161,44	428,20	266,76
T1	164,42	430,22	265,8
T3	166,76	440,86	274,1
T4	168,00	460,70	292,7
Cv	3,67		

Figura 9.

Ganancia de peso 2



En la semana 2, la mayor ganancia de peso promedio se obtuvo en T4 (292,70 g), seguida por T3 (274,10 g), T2 (266,76 g) y T1 (265,80 g). Aunque se observan diferencias numéricas, el coeficiente de variación de 3,67% indica baja variabilidad, lo que sugiere una respuesta relativamente uniforme entre los tratamientos.

(Reinoso, 2020) en su estudio sobre “Utilización de diferentes niveles de zinc (20 ppm, 40ppm, 60 ppm, 80 ppm)” reportó una ganancia de peso promedio de 210 gramos en comparación con la investigación expuesta nuestro valor es superior por diferentes factores como método de crianza, temperatura, clima.

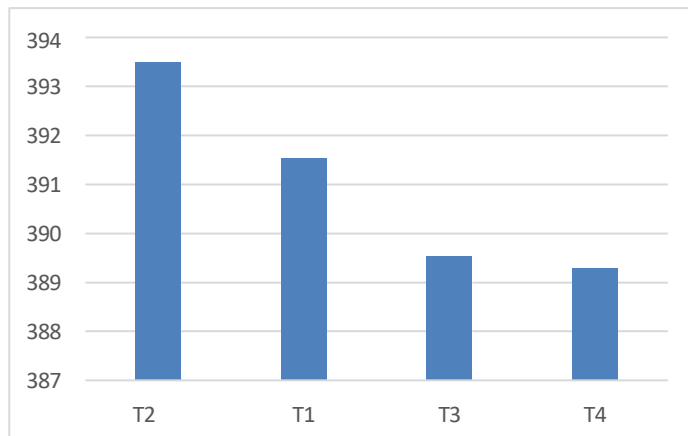
Tabla 13.

Ganancia de peso semana 3

Tratamientos	Peso 2	PS3	GP
T2	428,2	814,40	386,2
T1	430,22	825,50	395,28
T3	440,86	844,30	403,44
T4	460,7	850,00	389,3
Cv	3,40		

Figura 10.

Ganancia de peso semana 3



En la ganancia de peso semana 3, la mayor ganancia de peso promedio la presentó T3 (403,44 g), seguido por T1 (395,28 g), T4 (389,30 g) y T2 (386,20 g). Aunque se observan variaciones numéricas entre tratamientos, estas parecen relativamente pequeñas; con el coeficiente de variación de 3,40 demuestra una dispersión baja.

(Ennab, 2024) en su investigación “La ingesta de zinc mejora la morfología intestinal y el estrés oxidativo de los pollos de engorde sometidos a estrés térmico” reportó una ganancia de peso a la tercera semana de 380 g este valor un poco similar al expuesto por lo que se infiere un buen manejo en las aves y aplicación de zinc.

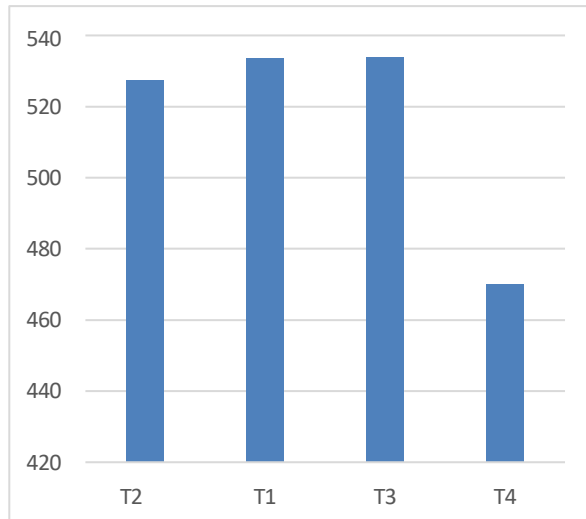
Tabla 14.

Ganancia de peso 4

Tratamientos	PS3	PS4	GP
T2	814,40	1345,11	527,41
T1	825,50	1363,22	533,46
T3	844,30	1380,26	533,86
T4	850,00	1320,20	470,2
Cv	3,30		

Figura 11.

Ganancia de peso 4



De acuerdo a los datos obtenidos se obtuvo una ganancia promedio de 516,23 g, T3 presentó el valor promedio más alto (533,86), seguido muy de cerca por T1 (533,46), lo que indica un rendimiento prácticamente igual entre ambos; T2 alcanzó un promedio algo menor (527,41), mientras que T4 registró el valor más bajo (470,20), evidenciando un desempeño considerablemente inferior al de los demás tratamientos.

(Panizo, 2021) en su estudio “Inclusión de tres niveles de una combinación entre tributirina, levadura hidrolizada y proteinato de zinc para medir el impacto en las variables productivas de pollos broiler” reporta una ganancia de peso de promedio 506 g.

En comparación con la investigación expuesta, los valores son inferiores numéricamente sin embargo no existe mucha diferencia significativa con los valores de Panizo es decir el manejo fue similar en la crianza de las aves.

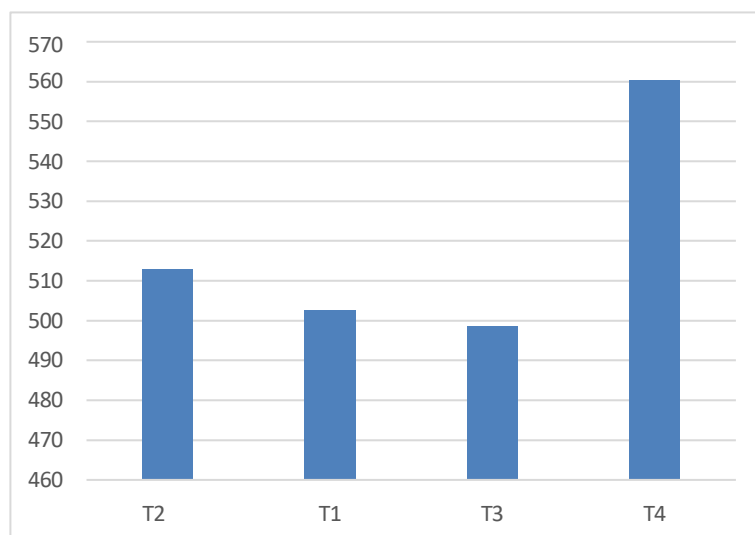
Tabla 15.

Ganancia de peso 5

Tratamientos	PS4	PS5	GP5
T2	1345,11	1850,00	512,89
T1	1363,22	1860,86	502,64
T3	1380,26	1874,76	498,5
T4	1320,20	1878,40	560,2

Figura 12.

Ganancia de peso 5



En la ganancia de peso 5, T4 obtuvo el mayor valor promedio (560,20), superando ampliamente a los demás tratamientos; le siguió T2 (512,89), mientras que T1 (502,64) y T3 (498,50) presentaron los valores más bajos y bastante cercanos entre sí.

(Saavedra, 2020) en su investigación sobre “Inclusión de microorganismos eficientes en dietas para pollos parrilleros machos de la línea Cobb 500”, obtuvieron una ganancia de peso promedio de 450 g. En comparación con el estudio de Saavedra, los valores obtenidos en esta investigación resultan superiores y muestran una diferencia significativa, lo que evidencia que el manejo aplicado en la crianza de las aves no fue similar al expuesto.

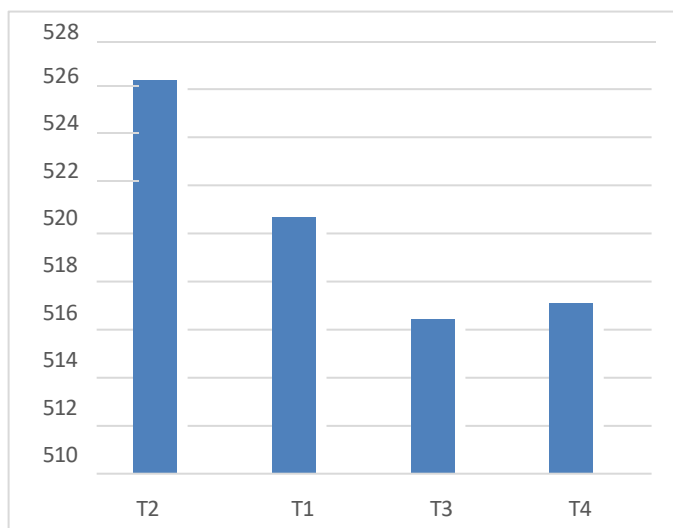
Tabla 16.

Ganancia de peso

Tratamientos	PS5	PS6	GP6
T2	1850,00	2380,20	526,38
T1	1860,86	2370,14	520,7
T3	1874,76	2388,10	516,44
T4	1878,40	2390,40	517,1

Figura 13.

Ganancia de peso 6



En esta comparación, T2 alcanzó el mayor promedio (526,38 g), seguido por T1 (520,70 g); los valores más bajos fueron T4 (517,10 g) y T3 (516,44 g), aunque las diferencias entre tratamientos son pequeñas, indicando un rendimiento bastante parejo. (Cecep, 2020) en su investigación “Efecto del zinc sobre la respuesta inmune y el rendimiento productivo de los pollos de engorde: un metaanálisis” reportó una ganancia de peso general por cada tratamiento de 500 g.

La diferencia resulto mayor en nuestra investigación esto se debe a condiciones climáticas, genéticas, nutricionales y la administración de los niveles de zinc.

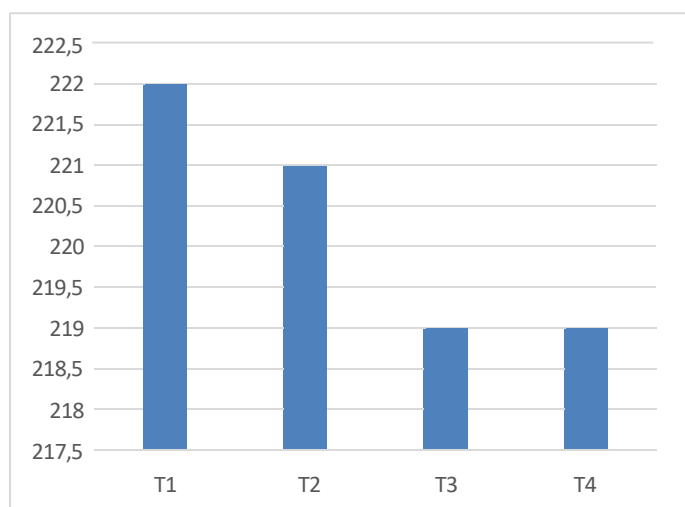
Tabla 17.

Consumo de alimento total

Tratamientos	CA (kg)
T1	222
T2	221
T3	219
T4	219

Figura 14.

Consumo de alimento total



Los valores de alimento consumido entre los cuatro tratamientos son extremadamente cercanos: 210, 221 y 222. La diferencia máxima es de solo 2 kg. los tratamientos no tuvieron un impacto sustancialmente diferente en la cantidad de alimento. Las aves de los cuatro grupos consumieron cantidades muy similares de alimento.

(Meza & García, 2022) en su investigación denominada “Suplementación de zinc en la dieta de Pollos de engorde en la UFPSO” reportó un consumo de alimento

total por cada tratamiento de 3,4 kg/alimento/ave.

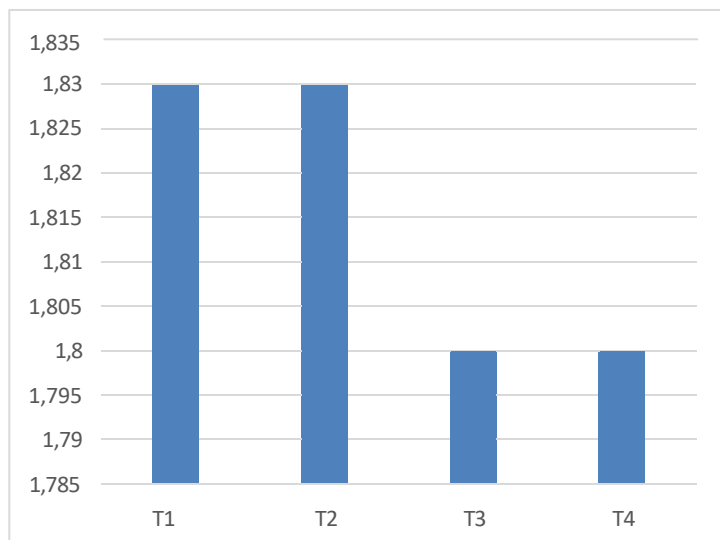
Tabla 18.

Conversión alimenticia

Tratamientos	GPF	CAT	CA
T1	121472	222000	1,83
T2	120909,88	221000	1,83
T3	121836	219000	1,80
T4	121898,4	219000	1,80

Figura 15

Conversión alimenticia



La conversión alimenticia (CA) indica la cantidad de alimento consumido para producir una unidad de peso vivo. En este caso, los tratamientos T1 y T2 presentaron la misma eficiencia (CA = 1,83), mientras que T3 y T4 mostraron un valor ligeramente mejor (CA = 1,80), lo que significa que estos últimos necesitaron menos alimento para obtener el mismo incremento de peso. La diferencia es pequeña, pero sugiere que T3 y T4 tuvieron una ligera ventaja en eficiencia alimenticia frente a T1 y T2.

(Reinoso, 2020) en su estudio sobre “Utilización de diferentes niveles de zinc (20 ppm, 40ppm, 60 ppm, 80 ppm)”, obtuvo una conversión alimenticia total de 3,40 recalcando que la aplicación del zinc, ayuda a mejorar la salud intestinal y genera aspectos positivos en la producción de las aves de engorde.

Tabla 19.

Mortalidad

Tratamientos	S1	S2	S3	S4	S5	S6
T1	1	1	1	0	0	0
T2	0	1	0	0	0	0
T3	1	1	0	0	0	0
T4	0	0	0	0	1	0

De acuerdo al análisis de mortalidad se determinó que en esta investigación la mortalidad más alta fue en T1 con tres muertes distribuidas en las semanas 1, 2 y 3, seguida de T3 con dos muertes en las semanas 1 y 2, mientras que T2 y T4 registraron solo una muerte cada uno, en las semanas 1 y 6 respectivamente, evidenciando que T1 tuvo la mayor incidencia y persistencia de mortalidad, y T2 y T4 la menor.

(Panizo, 2021) en su investigación sobre “Inclusión de tres niveles de una combinación entre tributirina, levadura hidrolizada y proteinato de zinc para medir el impacto en las variables productivas de pollos broiler” registró una mortalidad del 5,71% (4 pollos de un total de 70).

Tabla 20.*Beneficio / Costo*

Rubros	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Egresos				
Costos De Pollos	71	71	71	71
Balanceado Inicial	77	77	77	77
Balanceado Crecimiento	110,83	110,83	110,83	110,83
Balanceado Final	170	170	170	170
Exámenes De Laboratorio	50	50	50	50
Vacunas	5,77	5,77	5,77	5,77
Zinc	0	20	25	25
Materiales En General	30	30	30	30
Total, Egresos	514,6	534,6	539,6	539,6
Ingresos				
Venta De Pollos En Pie	420	470	500	500
Venta De Abono	10	10	10	10
Total, De Ingresos	430	480	510	510
Beneficio/Costo	0,84	0,90	0,95	0,95

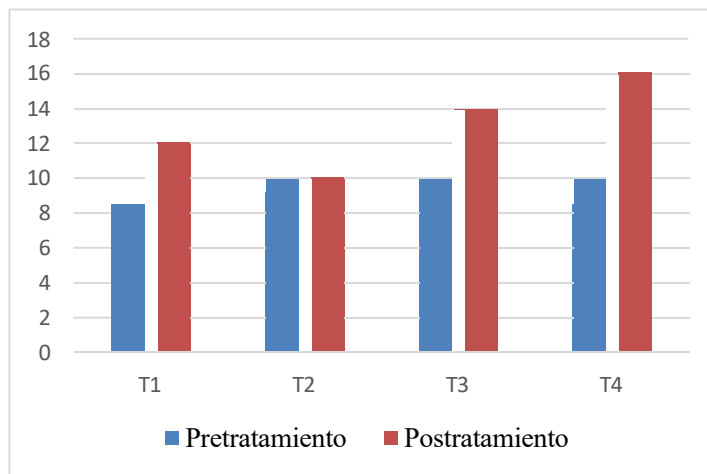
El análisis beneficio/costo mostró que todos los tratamientos generaron una relación menor a 1\$, indicando que los egresos superaron a los ingresos; sin embargo, T3 y T4 obtuvieron la mejor eficiencia económica (0,95), seguidos por T2 (0,90) y, por último, T1 (0,84), que presentó la menor rentabilidad relativa.

Tabla 21.*Determinación de IgM pre y postratamiento*

Tratamientos	Pretratamiento	Postratamiento
T1	8,5 mg/d l	12,5 mg/d l
T2	9,2 mg/d l	10,1 mg/d l
T3	9,7 mg/d l	14,0 mg/d l
T4	8,5 mg/d l	16,3 mg/d l

Figura 16.

Determinación de IgM antes y después de la aplicación de zinc



De acuerdo a los análisis IgM se determinó antes de la aplicación de zinc mostró valores relativamente equilibrados entre tratamientos, destacando T3 con la media más alta (9,7 mg/dl), seguido de T2 (9,2 mg/dl), mientras que T1 y T4 registraron niveles iguales y más bajos (8,5 mg/dl). Sin embargo, tras la suplementación con zinc se evidenció un cambio significativo en la tendencia, observándose un incremento marcado en T4 (16,3 mg/dl) y en T3 (14,0 mg/dl), seguidos de T1 (12,5 mg/dl), en tanto que T2 presentó la menor concentración (10,1 mg/dl). Estos resultados sugieren que el zinc desempeña un papel determinante en la potenciación de la inmunidad humoral, favoreciendo la proliferación y diferenciación de linfocitos B y, en consecuencia, la síntesis de inmunoglobulinas.

En las aves, el zinc cumple un papel fundamental en el desarrollo y funcionamiento del sistema inmune, mejorando la capacidad de respuesta frente a agentes patógenos, optimizando el estado de salud general y contribuyendo al mejor rendimiento productivo. De esta manera, la suplementación con zinc en dosis adecuadas potencia la respuesta humoral, reflejada en el incremento de IgM en los tratamientos con mayores concentraciones del mineral.

4.2. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

De acuerdo con los datos obtenidos, se determinó que el zinc influyó de manera significativa sobre las inmunoglobulinas, evidenciándose un valor superior de IgM (16,3 mg/dl) en el tratamiento T4 (0,3 g de zinc por litro de agua). Este resultado permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna, la cual establece que “El uso de zinc influye sobre la titulación de inmunoglobulinas en pollos broiler (*Gallus gallus*)”.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El mejor nivel de zinc fue de 0,3 g/l (T4) mostró la mejor respuesta inmunológica y, en algunos registros de ganancia de peso, el mayor rendimiento (IgM post-aplicación = 16,3 mg/dl; ganancia de peso ejemplo = 560,2). En conjunto, los datos indican que 0,3 g/l es el nivel que maximiza la respuesta inmune; sin embargo, como T3 (0,2 g/l) también mostró buenos resultados.
- El mayor aumento de IgM se observó en T4 (0,3 g/l) = 16,3 mg/dl, seguido por T3 (0,2 g/l) = 14,0 mg/dl, control T1 = 12,5 mg/dl y T2 (0,1 g/l) = 10,1 mg/dl. Esto sugiere una respuesta dosis-dependiente positiva para 0,2–0,3 g/l y una posible respuesta atípica o efecto no lineal a la dosis baja (0,1 g/l).
- La relación beneficio/costo aunque T3 y T4 tuvieron la mejor relación beneficio/costo (0,95) frente a T2 (0,90) y T1 (0,84), ningún tratamiento alcanzó $B/C \geq 1$ con los precios y costos del ensayo (ingresos menores que egresos). Por tanto, desde la combinación de inmunidad y economía, T3 (0,2 g/l) representa un compromiso lógico: buena mejora inmunológica y B/C casi equivalente a T4, con menor dosis y menor riesgo de costos/toxicidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar zinc en agua de bebida (0,2–0,3 g/l) durante periodos críticos (inicio del crecimiento, estrés por vacunación o calor) para mejorar la respuesta inmune (\uparrow IgM en ~20–30%), reducir mortalidad y optimizar el rendimiento. La dosis debe ajustarse bajo evaluación técnica y económica para evitar toxicidad o costos innecesarios.
- El zinc es un suplemento estratégico, pero su dosificación debe ser precisa para evitar desequilibrios o acumulación en el estiércol. Se sugiere trabajar con un especialista en nutrición avícola que integre este aditivo en un plan integral, asegurando sinergias con otros minerales y vitaminas para maximizar la eficiencia productiva.
- Para reducir costos, puede evaluarse el uso de fuentes alternativas de zinc (ej. quelatos u óxidos de menor pureza), previa validación de biodisponibilidad y análisis económico que garantice un retorno positivo ($B/C \geq 1$).
- El éxito de la suplementación con zinc depende de un manejo integral, que incluya monitoreo de parámetros clave (peso, IgM, consumo de agua), control sanitario (prevención de enfermedades) y condiciones ambientales óptimas (calidad de agua, ventilación). Estas prácticas combinadas potencian sus beneficios y minimizan riesgos.

- Afanador, G. A. (2022). Uso de aditivos funcionales en sistemas. Obtenido de Agrosavia.
<https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35733/56703.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilar, A & Nuñez, E. (2022). Adición de zinc aminoquelatado en la dieta de Pollos de engorde de la línea ROSS.
https://repositorio.ues.edu.sv/server/api/core/bitstreams/0e076454-d247-42c7-bf11-92a2fbf05477/content?utm_source=chatgpt.com
- Aguilar, J., Mota, D., Escalona, H., & Trujillo, M. &. (2020). Efecto de dietas con ácidos grasos poliinsaturados en las propiedades sensoriales. *Agrociencia*, 48(8), 777_778. Efecto de dietas con ácidos grasos poliinsaturados en las propiedades sensoriales de la carne de pollos: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952014000800002&lng=es&tlng=es.
- Aimacaña, D. (2021). Utilización de 2 niveles de inclusión de salvado de trigo (*Triticum spp*) en sustitución del maíz en dieta para pollos de engorde”. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador: Obtenido de: <http://repositorio.utc.edu.ec/bit>
- Altamirano, C. (2022). EVALUACIÓN PRODUCTIVA POLLOS .
EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE POLLOS BROILER EN
CRECIMIENTO-CEBA
CON LA APLICACIÓN DEL EXTRACTO *Allium*:
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8812/4/UPSE-TIA-2022>
- Alvarez L. (2021). Concentrados en la Alimentacion de pollos de engorde.
<http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/015451/015451>

- Arbor Acres. (2022). Manual de Nutrición del pollo de engorde. https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AA-BroilerNutritionSpecifications2022-ES.pdf
- Arce, J. (2020). Aparato digestivo del pollo de engorde. BMEDIDORES, Portal Digital de Ciencia y Practica Zootécnica, México. <https://www.amazon.com/-/es/Page-Smith/dp/082032213X>
- Avicola. (11 de 05 de 2021). El uso de minerales orgánicos en la dieta de los Pollos de engorde asegura un mayor rendimiento. https://www.elsitioavicola.com/poultrynews/33652/el-uso-de-minerales-organicos-en-la-dieta-de-los-pollos-de-engorde-asegura-un-mayor-rendimiento/?utm_source=chatgpt.com
- Avinews. (18 de Septiembre de 2021). Avinews. <https://avinews.com/el-estres-afecta-la-salud-intestinal-los-aditivos-zootecnicos-pueden-ayudar/#:~:text=Est%C3%A1%20bien%20documentado%20que%20la,a%20aviNews.> (2022). LA IMPORTANCIA DEL Zn Y EL Cu. https://avinews.com/efecto-de-las-fuentes-organicas-de-zn-sobre-la-fecha-de-caducidad-de-las-pechugas-de-pollo/?utm_source=chatgpt.com
- Bautista, J. (2020). Efecto de una dieta control a base de torta de soya en pollos de engorde Cobb 500 y su rentabilidad económica en las etapas de crecimiento: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/BC4616%20BAUTISTA%20NU%20%91EZ.pdf>
- Bhoyar, A. (2021). El manejo de la salud intestinal: un desafío clave en la producción de pollos de engorde libre de antibióticos (ABF). EW Nutrition: <https://ew-nutrition.com/es/managing-gut-health-key-challenge-abf-broiler-production/>
- Castellano F. (2020). El zin y sus beneficios. <https://avicultura.infor/ecuador-avicultura-provee-las-mayor%20fuente-de-proteina.animal>

- Castillo & Guerra & Torres. (2022). Divulga ciencia.
<https://divulgaciencia.uta.edu.ec/v4.0/index.php/comunidad/103-uso-de-suplementos-vitaminicos-para-la-salud-de-pollos>
- Cecep. (2020). Efecto del zinc sobre la respuesta inmune y el rendimiento productivo de los pollos de engorde. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 7(1).
<https://doi.org/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7054626/>
- Cedeño, O. (2022). Efecto del manejo de edad de reproductoras y temperatura de incubación sobre ventana de nacimiento y calidad de pollitos bb. tesis de pregrado. escuela superior politécnica agropecuaria de manabí .
- Colín, A., & Morales, B. &. (2019). Evaluación de promotores del crecimiento para pollos de engorda. *medigraphic*, 25(2), 141_144. <https://bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=23435>
- CONAVE. (2022). Consejo Nacional de Avicultura de Ecuador.
<https://conave.org/conave-presenta-las-estadisticas-del-sector-avicola>
- Conave, P. (19 de Julio de 2021). Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. <https://conave.org/importancia-del-sector-avicola-al-pais/#:~:text=La%20industria%20avícola%20representa%20el,en%20toda%20la%20cadena%20productiva>
- Cortès, A. &. (2020). El efecto del *Bacillus toyoi* sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda. *Redalyc*.
<https://www.redalyc.org/pdf/423/42331405.pdf>
- Cruz, G. V. (2023). Determinación y tratamiento Del Dolor En Las Aves. *Acta Agrícola Y Pecuaria*, 9(1), Pp. E0091011.
- Cuellar, A. (2022). Importancia de los Minerales en Nutrición Animal. Artículo. Académico Publicado en *Veterinaria Digital*. Portal Electrónico en *Veterinaria, Medicina y Zootecnia*. Panama.

- Cuéllar, J. (3 de 03 de 2025). Nutrición avícola: el papel de los sistemas de suministro de alimentos y su impacto en la producción sostenible. *veterinariadigital*:<https://www.veterinariadigital.com/articulos/nutricion-avicola-el-papel-de-los-sistemas-de-suministro-de-alimentos-y-su-impacto-en-la-produccion-sostenible/>
- Duran, J., Martínez, J., & Sánchez, V. (2023). “Evaluación del uso de diferentes promotores de crecimiento; súper promotor, promotor “I”, agua de mar y antibiótico (enrolab), en la dieta de pollos parrilleros”. Universidad del Salvador: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6569/1/50108019.pdf>
- Ennab. (08 de 01 de 2024). La ingesta de zinc mejora la morfología intestinal y el estrés oxidativo de los pollos de engorde sometidos a estrés térmico. <https://doi.org/https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10800777/>
- FAO. (2022). FAO. Producción y productos Agrícolas. Artículo Académico Publicado por la FAO. Portal Digital de la Organización de la Naciones Unidas. Roma, Italia. FAO. (2022). FAO. <https://www.fao.org/3/y5114s/y5114s04.htm#:~:text=Evidencia%20arqueol>
- FAO. (2023). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción y productos avícolas: <https://www.fao.org/poultry-production-products/socio-economic-aspects/markets-trade/es/>
- Farrell, D. (2020). Función de las aves de corral en la nutrición humana: <https://www.fao.org/4/i3531s/i3531s.pdf>
- Gallard, E. A. (2022). Efecto de la densidad de alojamiento y la zona del galpón sobre indicadores de bienestar en pollos parrilleros. *Revista veterinaria*, 33(2), pp. 230-234.
- Gómez. (2022). “Evaluación productiva y económica del engorde de pavos de la estirpe nicholas 700”. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/66>

Guaranda, C. (2024). Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guaranda.

Guaranda: Guaranda Alcaldía. <http://www.guaranda.gob.ec/newsiteCMT/>

Gutiérrez, M. (30 de 10 de 2022). aviNews.com. Ecuador: Avicultura provee la mayor fuente de proteína animal: <https://avinews.com/ecuador-avicultura-provee-la-mayor-fuente-de-proteina-animal/>

Gutiérrez, M. (30 de Octubre de 2021). avinews. Avicultura provee la mayor fuente de proteína animal: avinews.com/ecuador-avicultura-provee-la-mayor-fuente-de-proteina-animal/

Hernández, M. (26 de 08 de 2020). veterinariadigital. Razas de gallinas y productividad: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/razas-de-gallinas-y-productividad/>

Holdridge, L. (1978). Ecología basada en zonas de vida.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

Repositorios Latinoamericanos:

https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/611219?utm_source=chatgpt.com

Honorio, E & Vallenás, Y & Bazán, T. (2021). Coctel de bacteriófagos como sustituto de promotores de crecimiento tipo antibiótico en avicultura.

Itzá, M. L. (2022). Efecto de la fuente energética y el nivel de energía sobre la respuesta inmune y el rendimiento productivo en pollos de Engorda.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-50922008000400001#:~:text=La%20principal%20fuente%20de%20energ%C3%ADa,de%20ellas%2C%20para%20cubrir%20sus

Juarros, O. (2021). Elaboración de alimento balanceado para aves y cerdos de engorde. Escuela Nacional central de Agricultura.

Khan, A. S. (2022). El papel de los minerales traza en la inmunidad aviar.

- Lázara, M., & Acosta, O. &. (2020). Una nota acerca del efecto del orégano como aditivo en el comportamiento productivo de pollos de ceba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 40(4).
<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017672009.pdf>
- López, M. (2020). Evaluación de parámetros zootécnicos y sistema digestivo utilizando programas de alimentación modulada del pollo. obtenido de ciencias biológicas.
- MadameGrow. (Julio de 2021). Vegetalbioplant. BENEFICIOS DEL CBD PARA MIS AVES Y OTRAS:
<https://vegetalbioplant.com/blog/es/cbd/beneficios-del-cbd-para-mis-aves-y-otras-mascotas/>
- Meza & García. (01 de 12 de 2022). Suplementación de zinc en la dieta de Pollos de engorde en la UFPSO.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10245094>
- Novus. (2024). Complejidades del sistema inmunitario de los pollos de engorde. Novus International, Inc.:
<https://www.novusint.com/es/recursos/complejidades-del-sistema-inmunitario-de-los-pollos-de-engorde/>
- Nutrinews. (25 de 08 de 2022). Aditivos nutricionales y sus efectos.
<https://nutrinews.com>: <https://nutrinews.com/aditivos-nutricionales-y-sus-efectos-en-la-nutricion-de-los-rumiantes/>
- Oñate, M. (2023). Evaluación de probióticos (polimeve soluble) y microorganismos de montañas en pavos en la etapa de acabado. <Http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14013/PI-UTB-FACIAG-VETERINARIA>

- Pàez, A. (2020). “Efecto de un simbiótico fitoterapéutico sobre los índices morfométricos de la bursa, bazo y timo en pollos de engorde”. Universidad técnica de ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e8723056-641c-4d2f-ba7a-3196c38da733/content>
- Panizo. (08 de 2021). Inclusión de tres niveles de una combinación entre tributirina, levadura hidrolizada y proteinato de zinc para medir el impacto en las variables productivas de Pollos Broiler.
<https://repositorio.utc.edu.ec/items/96fc1711-3323-46ef-a964-cb668ff15e05>
- Peralta, F. (2021). Determinación de anticuerpos maternos contra Newcastle en pollos broiler utilizando la técnica de ELISA indirecta. Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20335>
- Pozo, V. A. (2022). Comportamiento productivo de pollos Broiler con la utilización de diferentes niveles de Jengibre(*Zingiber officinale* Roscoe) como probiótico natural. Universidad Estatal Península de Santa Elena: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7565>
- Rahway.(2020). Anemia por deficiencia nutricional en animales.
<https://www.msdsvetmanual.com/es/sistema-circulatorio/anemia/anemia-por-deficiencia-nutricional-en-animales>
- Reinoso. (2020). Utilización de diferentes niveles de zinc (20 ppm, 40ppm, 60 ppm, 80 ppm) como aditivo en remplazo de los antibióticos en alimentación de pollo de engorde.
<https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/53af7f13-a3ec-4331-8c4f-d98bacb3f61c/content>
- Rivera, A. M., Núñez-Vásquez, E. J., Alas-García, E. A., & Alvarado-Deras, H. O. (2023). Adición de zinc aminoquelatado en la dieta de pollos de engorde de la línea ROSS®, en la granja Santa María, Departamento de La Libertad, El Salvador. Zenodo, 30_35. [https://doi.org/Aguilar-Rivera, A. M., Núñez-Vásquez, E. J., Alas-García, E. A., & Alvarado-Deras, H. O. \(2023\).](https://doi.org/Aguilar-Rivera, A. M., Núñez-Vásquez, E. J., Alas-García, E. A., & Alvarado-Deras, H. O. (2023).)

- Saavedra. (2020). Inclusión de microorganismos eficientes en dietas para pollos parrilleros machos de la línea cobb 500. *Scientia Agropecuaria*, 11(3). <https://doi.org/https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6524181>
- Sanchez, Duran &. (2020). “Evaluación del uso de diferentes promotores de crecimiento;super promotor, promotor “1”, agua de mar y antibiotico (enrolab), en la dieta de pollos parrilleros”. Universidad de el salvador: <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6569/1/50108019.pdf>
- Santafé, C. (2021). Evaluación de la microflora intestinal de pollos broiler con la adición de ajo (*allium sativum*) al 2%, 3% en el balanceo en palama salcedo. obtenido de unidad académica de ciencias agropecuarias y recursos humanos.
- Sarmiento, L. &. (2021). Producción de aves con acceso al exterior:contribución a la salud pública y al bienestar animal. *Bioagrocencias*, 12(1), 42-50. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2775/1/T-UTC-00312.pdf>
- Staff, F. (24 de Junio de 2022). Colombia Forbes. <https://forbes.co/2022/06/24/actualidad/como-es-la-granja-que-usa-cannabis-en-vez-de-antibioticos-y-esta-logrando-venderlos-a-mayor-precio>
- Tellez, W. (2024). “Evaluación del rendimiento productivo de pollos parrilleros líneas ross –308 y cobb – 500 etapas de crecimiento. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7645/TD2253.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20pollo%20parrillero%20d>
- Toalombo, P. (2020). Dialnet. Avicultura en la provincia Bolívar: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=265106>
- Torres. (2020). Exigencias nutricionales de proteína bruta y energía metabolizable para pollos de engorde

- Toso, F. (2022). Aceites esenciales como alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento en pollos de engorde. tesis de postgrado. pp. 40.
- Vela, D. &. (04 de 04 de 2024). Evaluación del efecto de tres niveles de harina de habas (*Vicia faba*) en la alimentación de pollos broiler. <https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cd3bd84c-c732-4c21-a7da-07ce44c2f3d6/content>.
- Wako.(20 de Julio de 2021). <https://www.wakolatinamerica.com/blog-reactivos/noticias-wako/post/el-uso-de-antibioticos-en-granjas-avicolas-y-la-emergencia-de-cepas-multirresistentes/>
- Warr, G. (2021). IgY: clues to the origins of modern antibodies. *Immunology Today*, 16(8),92-398. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016756999580059X>
- Zhang, L. &. (2021). Effects of age on immune function in broiler chickens. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00559-1>
- Zhang, Q & Wang, X. (2021). Efectos de la suplementación dietética con zinc sobre la respuesta inmune en pollos de engorde. *Poultry Science*, 100(2), 1094–1101.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación.



Sitio experimental: Parroquia San Simón

ANEXO 2. Croquis del ensayo

T1-R1	T4- R2 0.1/Kg Zinc	T2- R3 0.1/Kg Zinc	T4 -R4 0.2/Kg Zinc
T4-R1 0.2/Kg Zinc	T1-R3	T2-R2 0.1/Kg Zinc	T3- R4 15% Zinc
T2-R2 0.1/Kg Zinc	T3- R3 15% Zinc	T4-R1 0.2/Kg Zinc	T1-R4
T3-R4 0.3/kg Zinc	T1- R2	T3-R3 0.3/kg Zinc	T2-R1 0.2/kg Zinc

Anexo 3. Base de datos

T	R	0	Peso semanal						Ganancia de peso					Mortalidad	C.A	Ca	
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5				6
T1	1	42.1	160	440	790	1278.3	1677.2	2151.9	128.6	269.5	370.11	450.64	417.1	431.53	4	1,73	257,93
T1	2	41.7	170	440	810	1258.0	1680.2	2000.6	128.6	269.5	370.11	450.64	417.1	431.53	0	1,73	257,93
T1	3	42.7	160	440	790	1240.3	1675.1	2052.7	128.6	269.5	370.11	450.64	417.1	431.53	0	1,73	257,93
T1	4	41.7	160	430	800	1255.0	1680.4	2136.0	128.6	269.5	370.11	450.64	417.1	431.53	0	1,73	257,93
T2	1	41.6	170	430	790	1301.0	1705.3	2349.4	129.4	269.1	370.90	481.28	421.88	657.6	0	1,48	256,6
T2	2	41.0	170	440	780	1284.2	1726.7	2365.0	129.4	269.1	370.90	481.28	421.88	657.6	0	1,48	256,6
T2	3	42.3	170	440	810	1288.5	1718.2	2362.1	129.4	269.1	370.90	481.28	421.88	657.6	2	1,48	256,6
T2	4	42.5	170	440	780	1290.9	1705.9	2305.2	129.4	269.1	370.90	481.28	421.88	657.6	0	1,48	256,6
T3	1	41.2	170	440	840	1309.9	1854.2	2568.1	127.9	270.7	369.75	497.87	531.14	625.90	0	1,38	254
T3	2	41.1	170	440	780	1300.9	1829.8	2569.8	127.9	270.7	369.75	497.87	531.14	625.90	0	1,38	254
T3	3	41.8	170	430	800	1312.3	1854.1	2539.1	127.9	270.7	369.75	497.87	531.14	625.90	1	1,38	254
T3	4	41.5	170	440	800	1304.8	1840.5	2536.4	127.9	270.7	369.75	497.87	531.14	625.90	0	1,38	254
T4	1	41.4	170	430	810	1280.1	1880.6	2425.2	129.2	269.5	370.27	463.23	702.72	518.24	0	1,42	255,6
T4	2	41.8	170	430	800	1298.1	1886.2	2432.4	129.2	269.5	370.27	463.23	702.72	518.24	2	1,42	255,6
T4	3	41.5	160	440	800	1266.0	1887.3	2425.1	129.2	269.5	370.27	463.23	702.72	518.24	0	1,42	255,6
T4	4	42.6	170	430	790	1277.8	1898.7	2419.7	129.2	269.5	370.27	463.23	702.72	518.24	0	1,42	255,6

Anexo 4. Exámenes de laboratorio

HELP VET Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 27/05/2025 9:30 am
Identificación: T4	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 21 días	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 29/05/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

RESULTADOS

IgM

8.5 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



DARIO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 27/05/2025 9:30 am
Identificación: T3	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 21 días	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 29/05/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

9.7 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumado electrónico por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 27/05/2025 9:30am
Identificación: T2	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 21 días	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 29/05/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

9.2 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumado electrónico del:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 27/05/2025 9:30 am
Identificación: T1	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 21 días	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 29/05/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

8.5 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumado electrónico por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 27/05/2025 9:30 am
Identificación: T4	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 21 días	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 29/05/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

8.4 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 27/05/2025 9:30 am
Identificación: T3	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 21 días	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 29/05/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

9.4 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumado electrónico por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 27/05/2025 9:30am
Identificación: T2	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 21 días	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 29/05/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

9.3 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumado electrónico del:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 27/05/2025 9:30 am
Identificación: T1	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 21 días	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 29/05/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

8.4 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumado electrónico por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 08/07/2025 9:30am
Identificación: T4	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 2 meses	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 10/07/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

16.3 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plano de electrificación por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 08/07/2025 9:30am
Identificación: T3	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 2 meses	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 10/07/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

14.0 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumero electrónico por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 08/07/2025 9:30am
Identificación: T2	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 2 meses	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 10/07/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

10.1 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumado electrónico por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 08/07/2025 9:30 am
Identificación: T1	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 2 meses	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 10/07/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

12.5 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumado electrónico por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 08/07/2025 9:30am
Identificación: T4	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 2 meses	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 10/07/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

16.3 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Numero de identificación del:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 08/07/2025 9:30am
Identificación: T3	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 2 meses	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 10/07/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

14.0 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plano de electrificación por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 08/07/2025 9:30am
Identificación: T2	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 2 meses	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 10/07/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

10.1 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumado electrónico por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

HELP VET

Informe de Resultados



Examen por Turbidimetría

Propiedad:	Propietario: Marcelo Guerrero	Fecha de toma de muestras: 08/07/2025 9:30am
Identificación: T1	Sexo: Macho	Especie: Ave
Edad: 2 meses	Provincia: Bolívar	Cantón: Guaranda
Parroquia: San Simón	Sector: San Vicente	Fecha de entrega de resultados: 10/07/2025

Inmunoglobulinas

EXAMEN

IgM

RESULTADOS

12.5 mg/dL

Método: Turbidimetría

Muestra obtenida por: Suero

Responsable:



Plumado electrónico por:
DARÍO WLADIMIR
CARVAJAL BARRAGAN

DARÍO CARVAJAL MVZ

Anexo 5. Fotografías

Colocación de cal



Llegada de los pollitos bebé



Distribución de los pollitos



Administración de alimento y agua



Toma de muestras sanguíneas



Pesaje final de las aves



Visita de campo



Anexo 6. Glosario de términos técnicos

Aditivos: Sustancias añadidas al alimento para mejorar la salud y el crecimiento de los pollos, como fitoquímicos bioactivos que aseguran una nutrición adecuada.

Ácidos grasos esenciales: Nutrientes que las aves no pueden sintetizar por sí mismas y deben obtener de su dieta para un crecimiento y salud óptimos.

Antibióticos: Sustancias usadas tradicionalmente como promotores de crecimiento en aves, pero su uso está siendo reevaluado por preocupaciones sobre la resistencia antimicrobiana.

Anticuerpos: Proteínas producidas por el sistema inmune para combatir antígenos específicos.

Broiler Crow 750: Línea genética de pollos broiler utilizada en el estudio, conocida por su rápida tasa de crecimiento y alta eficiencia en la producción de carne.

Biodisponibilidad: Capacidad de un nutriente, como el Zinc, para ser absorbido y utilizado por el organismo después de su consumo.

Cortisol: Hormona del estrés que, en niveles elevados, puede afectar negativamente el crecimiento y la salud de las aves. El Zinc ayuda a reducir su producción.

Diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA): Método utilizado en el estudio para distribuir los tratamientos de manera que se minimicen las variaciones no controladas.

Enzimas: Proteínas que actúan como catalizadores en las reacciones bioquímicas, esenciales en la digestión de los nutrientes en las aves.

Fitoquímicos: Compuestos bioactivos de origen vegetal, como los encontrados en el cáñamo, que pueden tener efectos beneficiosos en la salud de las aves.

Hipoglucemia: Condición de bajos niveles de glucosa en sangre que puede ser fatal para los pollos recién nacidos si no se maneja adecuadamente.

IgA: Inmunoglobulina predominante en las mucosas, importante para la defensa de las superficies corporales.

IgM: son anticuerpos producidos por el sistema inmunitario como respuesta inicial a una infección o la presencia de un patógeno.

Inmunodifusión radial: Una técnica inmunológica que mide la concentración de un antígeno o anticuerpo por la formación de un anillo de precipitación en un gel.

IgY: La principal inmunoglobulina en las aves, equivalente a la IgG en mamíferos.

Metabolismo: Conjunto de reacciones químicas que ocurren en el cuerpo de los pollos para mantener la vida, incluyendo la digestión y la absorción de nutrientes.

Microbiota intestinal: Conjunto de microorganismos que habitan en el tracto digestivo de las aves y juegan un papel crucial en su salud y digestión.

Nefelometría: Una técnica que mide la turbidez de una solución para determinar la concentración de partículas, como complejos inmunes.

Oligoelemento: Aunque se refiere a minerales importantes, la palabra en sí no es tan común como "mineral"

Pollos Broiler (*Gallus gallus*): Una raza de pollos criada específicamente para la producción de carne debido a su rápido crecimiento y eficiencia en la conversión alimenticia.

Resistencia antimicrobiana: Capacidad de los microorganismos para resistir los efectos de los antibióticos, un problema creciente en la producción avícola.

Sanidad avícola: Prácticas y medidas para mantener la salud y el bienestar de las aves, incluyendo la limpieza y desinfección de los galpones y equipos utilizados.