

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Efecto de la inclusión de harina de ají (*Capsicum annuum*) sobre los parámetros hematológicos y la morfología intestinal de pollos broiler

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Médico
Veterinario Zootecnista

Autores:

Michael Jonnathan Fajardo Robles

Paulina Valeria Ñauta Morocho

Director:

Fabián Manuel Astudillo Riera

ORCID:  0000-0001-9180-5477

Cuenca, Ecuador

2024-07-15

Resumen

El estudio evaluó el efecto de la incorporación de harina de ají (*Capsicum annuum*) sobre los parámetros hematológicos, la morfología intestinal y la colorimetría de las patas en pollos broiler. Se evaluaron cuatro tratamientos: T1 (control), T2 (0,5% de harina de ají), T3 (1% de harina de ají) y T4 (1,75% de harina de ají) mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar que incluye cuatro tratamientos, cada uno con tres repeticiones y un total de 192 pollos de un día de nacidos. Las variables de estudio fueron parámetros hematológicos, morfometría intestinal y colorimetría de las patas. La inclusión de harina de ají en la dieta para pollos broiler no mostró diferencia significativa sobre los parámetros hematológicos. No obstante, sobre la bioquímica sanguínea, se evidenció diferencias en la respuesta inmunológica, en los perfiles de enzimas y compuestos sanguíneos relacionados con la función hepática, muscular, renal. Por otro lado, no hubo un efecto de la inclusión de harina de ají en la dieta sobre la morfometría intestinal. Aunque se evidenció aumento en la longitud de las vellosidades y ligeros descensos en el diámetro de las criptas, estos cambios no alcanzaron significancia estadística. En la colorimetría de las patas, la inclusión de 1,75% de harina de ají en la dieta mostro patas más amarillas. Se concluye que la adición de harina de ají en la alimentación de los pollos de engorde no presenta impactos adversos sobre los parámetros hematológicos, actúa de manera positiva sobre el sistema inmunológico, mejora la absorción de nutrientes y tiene efectos significativos en la pigmentación de las patas a medida que se aumenta la inclusión de harina de ají.

Palabras clave del autor: ají, capsaicina, parámetros hematológicos, bioquímica sanguínea, morfometría intestinal, colorimetría de patas, broiler



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

The study evaluated the effect of the incorporation of chili bell pepper (*Capsicum annuum*) meal on hematological parameters, intestinal morphology and leg colorimetry in broiler chickens. Four treatments were evaluated: T1 (control), T2 (0.5% chili bell pepper meal), T3 (1% chili bell pepper meal) and T4 (1.75% chili bell pepper meal) using a completely randomized block experimental design including four treatments, each with three replicates and a total of 192-day-old broilers. The study variables were hematological parameters, intestinal morphometry and leg colorimetry. The inclusion of chili bell pepper meal in the broiler diet showed no significant difference on hematological parameters. However, on blood biochemistry, there were differences in immune response, enzyme profiles and blood compounds related to hepatic, muscular and renal function. On the other hand, there was no effect of the inclusion of chili flour in the diet on intestinal morphometry. Although an increase in the length of the villi and slight decreases in the diameter of the crypts were evidenced, these changes did not reach statistical significance. In the colorimetry of the legs, the inclusion of 1.75% of chili bell pepper meal in the diet showed more yellow legs. It is concluded that the addition of chili bell pepper meal in broiler feeds has no adverse impact on hematological parameters, acts positively on the immune system, improves nutrient absorption and has significant effects on leg pigmentation as the inclusion of chili bell pepper meal increases.

Author Keywords: chili bell pepper, capsaicin, hematological parameters, blood biochemistry, intestinal morphometry, leg colorimetry, broiler



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

1. Introducción	12
2. Objetivos	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. Revisión de literatura.....	15
3.1 Avicultura.....	15
3.1.1 La avicultura en la actualidad	15
3.2 Pollo broiler	15
3.3 El ají	15
3.3.1 Descripción del ají	15
3.3.2 Características taxonómicas	15
3.3.3 Pungencia	16
3.3.4 Efecto del ají	16
3.4 Hematología aviar	17
3.5 Hemograma.....	17
3.6 Serie roja.....	18
3.6.1 Eritrocitos	18
3.6.2 Recuento eritrocitario (RBC)	18
3.6.3 Hematocrito (HCT)	18
3.6.4 Hemoglobina (HGB)	18
3.6.5 Índices eritrocitarios	19
3.6.6 Anemias	19
3.7 Serie blanca	19
3.7.1 Leucocitos	19
3.7.2 Recuento total de leucocitos	20
3.7.3 Recuento diferencial de leucocitos	20
3.7.4 Granulocitos o polimorfonucleares	20
3.7.5 Agranulocitos o mononucleares	21
3.7.6 Leucocitosis y Leucopenia	21
3.8 Trombocitos.....	21
3.9 Valores referenciales para hemograma.....	21
3.10 Química sanguínea	22
3.10.1 Aspartato aminotransferasa (AST)	22
3.10.2 Alanina aminotransferasa (ALT).....	22
3.10.3 Fosfatasa alcalina (FA).....	23
3.10.4 Lactato deshidrogenasa (LDH).....	23

3.10.5	Creatina Quinasa (CK)	23
3.10.6	Creatinina (CR)	23
3.10.7	Ácido úrico	23
3.10.8	Glucosa (GLU)	24
3.10.9	Tiempo de protrombina (TP)	24
3.10.10	Valores referenciales para química sanguínea	24
3.11	Sistema digestivo en aves	24
3.11.1	Integridad intestinal	25
3.11.2	Factores que perjudican la salud intestinal	25
3.11.3	Vellosidades	26
3.11.4	Mucosa	26
3.11.5	Criptas intestinales	26
3.12	Colorimetría de las patas	26
4.	Materiales y métodos	27
4.1	Materiales físicos	27
4.2	Materiales biológicos	27
4.3	Metodología y técnicas utilizadas	27
4.3.1	Área de investigación	27
4.3.2	Elaboración de la harina de ají	28
4.3.3	Diseño experimental	28
4.3.4	Tratamientos	29
4.3.5	Determinación de las variables	29
4.4	Metodología para la investigación	29
4.4.1	Adecuación del galpón	29
4.4.2	Recepción de pollito bebé	29
4.4.3	Vacunación	30
4.4.4	Toma de muestras	30
4.4.5	Preparación de unidades experimentales	31
4.5	Análisis estadístico	31
5.	Resultados y discusión	31
5.1	Hemograma y Química sanguínea a la semana 3 y semana 6	31
5.2	Vellosidades y criptas intestinales a la semana 3 y semana 6	34
5.3	Colorimetría de las patas a la semana 6	36
6.	Conclusiones	38
7.	Recomendaciones	39
	Referencias	40
	Anexos	46

Índice de figuras

Figura 1. Mapa satelital, ubicación geográfica de la Granja experimental "Irquis" de la Universidad de Cuenca	28
--	----

Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía del capsicum annuum	15
Tabla 2. Valores referenciales para hemograma.....	22
Tabla 3. Valores referenciales para química sanguínea.....	24
Tabla 4. Factores que perjudican la salud intestinal	25
Tabla 5. Hemograma a la semana 3	33
Tabla 6. Hemograma a la semana 6	33
Tabla 7. Química sanguínea a la semana 3	34
Tabla 8. Química sanguínea a la semana 6	34
Tabla 9. Morfometría intestinal a la semana 3.....	35
Tabla 10. Morfometría intestinal a la semana 6.....	36
Tabla 11. Colorimetría de las patas a la semana 6	37

Agradecimiento

Primero, quiero agradecer a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza durante todo este camino de aprendizaje y crecimiento académico.

A mis padres, Silvia y Paco, les debo un reconocimiento especial. Sin su constante apoyo, comprensión y sacrificio, no habría sido posible llegar hasta este momento tan significativo en mi vida. Su aliento y respaldo incondicional han sido la fuerza que me impulsó a perseguir mis sueños y alcanzar esta meta.

A mi hermana, quien ha sido mi confidente y compañera de vida, agradezco de todo corazón por estar siempre a mi lado, brindándome apoyo moral y emocional en cada desafío que enfrenté. Tu presencia ha sido invaluable y significativa en este camino. A mi hermano, por su sentido del humor único y su capacidad para sacarme sonrisas incluso en los momentos más difíciles, te agradezco profundamente.

Al doctor Fabián Astudillo director de este trabajo de titulación, quiero expresar mi más sincero agradecimiento. Su dedicación, paciencia y sabia guía fueron fundamentales para orientar y enriquecer el desarrollo de este trabajo. Gracias por compartir su experiencia y conocimientos.

A todos los docentes de la facultad, quienes con su dedicación y excelencia académica han contribuido significativamente a nuestra formación profesional, les expreso mi más profundo agradecimiento. Sus enseñanzas no solo han enriquecido nuestro conocimiento, sino que también nos han preparado para enfrentar los desafíos futuros con confianza y competencia.

No habría llegado hasta aquí sin el apoyo y la guía de cada uno de ustedes. Sus contribuciones han dejado una huella muy importante en mi formación personal y profesional.

Paulina Valeria Ñauta Morocho

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo de titulación.

Quiero agradecerme a mí mismo por la dedicación, el esfuerzo y la determinación que he puesto en este camino. Agradezco mi capacidad de enfrentar y superar los desafíos que se presentaron, mi perseverancia en los momentos difíciles y mi compromiso con alcanzar esta meta. Este logro es el resultado de muchas horas de estudio, investigación y sacrificio personal. Reconozco y valoro mi capacidad de mantenerme enfocado y motivado, así como mi voluntad de aprender y crecer a lo largo de este proceso. Me siento orgulloso de lo que he logrado y agradezco la fortaleza interna que me ha permitido llegar hasta aquí.

A mis padres, por su amor incondicional, su constante apoyo en cada etapa de mi vida y por ser mi mayor fuente de inspiración. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad. Ustedes me han mostrado el verdadero significado del sacrificio y el compromiso, y sin su ejemplo y aliento, este logro no habría sido posible.

A mis profesores y mentores, por compartir su conocimiento y sabiduría, y por guiarme con paciencia y dedicación. Gracias por creer en mí, por desafiarme a dar lo mejor de mí mismo y por su valioso tiempo y consejo durante este proceso. Sus enseñanzas han sido fundamentales para mi desarrollo académico y personal.

Michael Jonnathan Fajardo Robles

Dedicatoria

En especial, dedico este trabajo a mis padres, quienes han sido el pilar fundamental para mi formación profesional. Su amor incondicional y sacrificio han sido la luz que me ha guiado en este camino hacia el logro de mis sueños.

A mi hermana, por estar siempre a mi lado, brindándome su ayuda cada vez que la necesitaba y sin importar la situación, constantemente estaba ahí. A mi hermano, por llenar de alegría y vitalidad mis días. A mi sobrino, el angelito que tengo, aunque pasen los años, continuamente sigues en mis pensamientos.

Finalmente, quiero dedicar este logro a mí misma, con orgullo y satisfacción. Desde mi infancia, ser médica veterinaria fue mi sueño y hoy estoy viendo ese sueño convertirse en realidad. Este trabajo representa no solo un logro académico, sino también un tributo a la perseverancia, la dedicación y el amor por mi vocación.

Paulina Valeria Ñauta Morocho

Dedicatoria

A mis padres, cuyo amor y apoyo incondicional han sido mi fuerza motriz en cada paso de este camino. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi familia, por ser mi pilar y brindarme siempre su confianza y aliento. Sin ustedes, este logro no sería posible.

Y especialmente a Morelia, por su amor, paciencia y constante ánimo. Gracias por estar a mi lado en cada desafío y celebrar conmigo cada pequeño triunfo.

Este logro es tan suyo como mío.

Michael Jonnathan Fajardo Robles

1. Introducción

La avicultura es una de las industrias más importantes del mundo en términos de producción de pollo de engorde y gallinas ponedoras. El mercado avícola se posiciona como un sector clave a nivel global debido a su participación en la seguridad alimentaria y su papel protagónico en los mercados internacionales (Cuéllar, 2022). Se espera un crecimiento de 4,1% en el mercado avícola entre 2021 y 2025, llegando a una producción de 100,9 millones de toneladas métricas. Se esperan exportaciones a nivel mundial cercanas a 13,4 millones de toneladas lideradas por Brasil, Estados Unidos y China (Cuéllar, 2022). De acuerdo a la FAO, la producción de carne de ave ocupa el segundo lugar en el mundo, después de la de cerdo (Vives, 2019).

El mercado avícola en el Ecuador ha crecido progresivamente, el consumo de carne de pollo es vital en la dieta de los ecuatorianos y es parte de la canasta familiar básica (Vives, 2019). En el 2022 se produjo 495 mil toneladas de carne de pollo, lo que significa que en promedio un ecuatoriano consume 28 kg de pollo al año (CONAVE, 2023). En cuanto al huevo de mesa, durante el año 2022 se produjeron 3,812 millones de huevos, y al día se producen unos 10,4 millones de huevos. Por lo tanto, en promedio un ecuatoriano consume 212 huevos al año (CONAVE, 2023).

Con el avance de la ciencia, los avicultores deben estar en constante preparación teórica y práctica, y buscar información sobre alternativas de producción que reduzcan el uso de antibióticos sintéticos en las dietas alimenticias. Actualmente, la industria pecuaria está avanzando hacia la producción orgánica, impidiendo el uso de fármacos antibióticos como promotores de crecimiento en la alimentación de aves (Karimi, 2020). El uso continuo de antibióticos en animales que posteriormente serán consumidos por el ser humano puede provocar que algunas bacterias generen resistencia a éstos (OMS, 2021). Es importante enfocarse en productos naturales que puedan contrarrestar los efectos nocivos de bacterias, hongos y virus en la producción avícola (Guamán & Mastian, 2017). Entre estos, se incluyen los extractos vegetales, como el ají, que ha sido objeto de mucha investigación debido a sus efectos beneficiosos como micro ingredientes en los alimentos. Se plantea la posibilidad de utilizar el ají como un promotor de crecimiento natural, lo que podría ofrecer una alternativa más saludable desde el punto de vista veterinario para la cría de pollos broiler, permitiendo la comercialización de aves libres de antibióticos, lo cual es perjudicial para la salud humana (Iza & Quispe, 2011).

Mediante esta investigación el propósito es generar conocimiento adicional sobre la utilización de harina de ají, el uso del mismo ha demostrado tener efectos beneficiosos en la salud intestinal de los pollos, mejorando la integridad de la mucosa intestinal y favoreciendo el

desarrollo de órganos linfoides, lo que puede influir positivamente en la absorción de nutrientes y en la respuesta inmunológica de las aves. Estudiar la relación entre el consumo de ají y los indicadores hematológicos permitirá evaluar si este aditivo tiene un impacto positivo en la salud sanguínea, lo que podría traducirse en mejoras significativas en su rendimiento productivo y bienestar general.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la harina de ají (*Capsicum annuum*) sobre los parámetros hematológicos y la morfología intestinal en pollos de engorde.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la inclusión de harina de ají en las dietas de pollos de engorde sobre la morfometría intestinal.
- Evaluar el efecto de la inclusión de harina de ají en las dietas de pollos de engorde sobre los perfiles bioquímicos sanguíneos y parámetros hematológicos.
- Analizar el impacto de la inclusión de harina de ají en las dietas de pollos de engorde sobre el estatus sanitario.

3. Revisión de literatura

3.1 Avicultura

3.1.1 La avicultura en la actualidad

La avicultura ha evolucionado de una actividad artesanal a una de corte empresarial, fusionando sistemas y técnicas de producción en principios de eficiencia económica (FAO, 2024). Esta transformación ha implicado la aplicación de acciones técnicas e innovadoras para mejorar la crianza racional de aves, como la producción más eficiente a menor costo y en menos tiempo (Quisaguano, 2021). Además, se ha convertido en un rubro importante dentro del sector agropecuario, requiriendo una estricta aplicación de actividades como manejo, control sanitario y alimentación (Quisaguano, 2021). Esta evolución la ha llevado a ser un sector relevante en la economía, con implicaciones sociales y económicas significativas (Tenecota, 2017).

3.2 Pollo broiler

El Broiler es el fruto de la cruce entre una gallina White Rock, que se destaca por su alta fertilidad, eficiente conversión alimenticia, excelente conformación de la canal, piel y patas de color amarillo con un gallo de la raza Cornish, que se caracteriza por tener un pecho muy profundo, carne compacta y un plumaje de calidad (Tenecota, 2017).

3.3 El ají

3.3.1 Descripción del ají

El ají, también conocido como chile, es una planta originaria de Sudamérica que se utiliza como alimento y especia en todo el mundo. Está relacionado con los pimientos, los jalapeños, la paprika y similares. El fruto tiene usos medicinales tanto en animales como en las personas (Lozada, 2014).

3.3.2 Características taxonómicas

La Tabla 1 proporciona una clasificación taxonómica completa del *Capsicum annuum*, esencial para comprender su posición dentro de la jerarquía biológica y facilitar su estudio y referencia en investigaciones.

Tabla 1. Taxonomía del *capsicum annuum*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliosida
Subclase	Asteridae

Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Solanoideae
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>C. annuum serrano</i>
Nombre binomial	<i>Capsicum annuum</i>

Fuente: (Gómez, 2007)

3.3.3 Pungencia

La pungencia es una característica que se experimenta como un sabor picante o ardor agudo en productos hortícolas como los pimientos picantes y la cebolla. Esta sensación se debe a la presencia de capsaicina, una sustancia química que es soluble en agua y está presente en la placenta de los frutos (Lurueña, 2021). La capsaicina es responsable de la pungencia en la cebolla, y su concentración en los alimentos determina su nivel de picor (InfoAgro, 2023)..

La herencia de la pungencia se debe a un gen dominante simple, sujeto a modificadores del gen mayor y a condiciones ambientales, como iluminación, altitud, tensión de CO₂, fertilidad y estrés hídrico (Neumann, 2004). Estas condiciones pueden influir en la producción de capsaicina y, por lo tanto, en la pungencia de los alimentos.

Una explicación del por qué los humanos y los animales carnívoros pueden sentir el sabor picante es que su saliva es ligeramente alcalina, con un pH de 7.2. Por otro lado, en las aves, la capsaicina, el compuesto químico que causa el picante, comienza a descomponerse en sus buches ácidos y aún más en sus estómagos. Los herbívoros, en cambio, tienen saliva ácida que neutraliza la capsaicina (Iza & Quispe, 2011).

3.3.4 Efecto del ají

El fruto tiene propiedades estimulantes gástricas, también presenta actividad colerética. En concentraciones al 5% en la dieta de ratas se ha descubierto actividad antihipercolesterolemica (Guamán & Mastián, 2017).

Se atribuyen diversos mecanismos de acción al uso de ají. El primero se relaciona directamente con la capacidad de los antibióticos para inhibir los microorganismos presentes en el tracto digestivo, lo que contribuye a mantener la salud intestinal y favorecer el adecuado funcionamiento durante la digestión, absorción y transporte de nutrientes. El segundo mecanismo se refiere a un efecto indirecto que implica el control de la proliferación microbiana en el tracto (Iza, 2011). Al reducir la cantidad de bacterias en el tracto, se disminuye la producción de toxinas bacterianas como amoníaco, nitratos y aminos, que son generadas por

bacterias perjudiciales para las células intestinales. Estas toxinas también pueden ser absorbidas al torrente sanguíneo, ocasionando problemas en otras áreas del organismo (Quispe, 2012).

El consumo de extractos de plantas, como el ají o Capsicum, ha demostrado incrementar la cuenta de leucocitos y los títulos de anticuerpos humorales en periodos de consumo mayores a 21 días. También, ha sido asociado con la mejora de los mecanismos de defensa contra infecciones microbianas y estrés oxidativo. Además, se ha discutido sobre el aumento de la resistencia contra diversas enfermedades infecciosas, incluyendo la coccidiosis. Estos extractos también se han relacionado con otros efectos beneficiosos, como la mejora del consumo de alimento, la secreción de jugos digestivos, y efectos antibacterianos, antihelmínticos y antivirales, e incluso con un efecto adyuvante en las vacunaciones virales (Lozada, 2014).

Los extractos de plantas pueden modificar el sistema inmunológico, mejorando la eficacia de los granulocitos, los macrófagos y las "células asesinas naturales", hecho interesante para situaciones de estrés entérico (Gualán, 2018).

Según Prakash y Srinivasan (2013) estudios anteriores han demostrado que la suplementación dietética con especias picantes, como el ají, ha aumentado la longitud del intestino delgado en ratas y la longitud y el perímetro de las microvellosidades, lo que contribuye a un aumento en la superficie de absorción del intestino delgado. Esto, a su vez, mejora la biodisponibilidad de los micronutrientes, lo que es beneficioso para la nutrición animal.

3.4 Hematología aviar

La hematología aviar es la disciplina que se enfoca en el estudio de las células sanguíneas y los tejidos hematopoyéticos de las aves. Su principal aplicación es de tipo clínico, ya que permite: comprobar el estado de salud y de enfermedad, monitorear la evolución de un proceso patológico, evaluar la respuesta al tratamiento y establecer el pronóstico. El hemograma es la prueba de laboratorio que cuantifica y evalúa los diferentes tipos celulares presentes en la sangre, como glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas (Agustí, 2015).

3.5 Hemograma

El hemograma es uno de los estudios de rutina con mayor relevancia. Es una herramienta fundamental que proporciona información valiosa al confirmar un diagnóstico. Los valores normales en el hemograma pueden indicar el buen estado de salud del animal. No obstante,

un hemograma dentro de los parámetros normales no descarta la posibilidad de que el ave sea portadora asintomática (Avilez y otros, 2015).

3.6 Serie roja

3.6.1 Eritrocitos

La característica típica de los eritrocitos de los mamíferos es la ausencia de núcleo, pero los eritrocitos de las aves, pues son formaciones elípticas que contienen núcleo (Blas, 1993). Los eritrocitos o glóbulos rojos en las aves tienen una vida media relativamente más corta que en los mamíferos, con una duración de 20 a 30 días. Asimismo, estos glóbulos rojos son más grandes que los de los mamíferos, con dimensiones que oscilan entre 6 a 10,9 μm , presentan una forma morfológicamente ovalada, y su citoplasma es sutilmente rojizo o rosado con una textura uniforme (Becerra, 2020).

3.6.2 Recuento eritrocitario (RBC)

El recuento de glóbulos rojos es útil para calcular la cantidad total de hematíes presentes en una muestra de sangre periférica, y se indica en células por microlitro (μl), milímetro cúbico (mm^3) o litro. El conteo eritrocitario es esencial para determinar el volumen corpuscular medio (VCM) (Becerra, 2020).

3.6.3 Hematocrito (HCT)

Representa el porcentaje de sangre ocupada por glóbulos rojos o eritrocitos en relación con el volumen total de sangre, está relacionado con las actividades de diversas especies aviares. Este dato es importante para evaluar la calidad y la función de los glóbulos rojos, así como para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades (Becerra, 2020).

3.6.4 Hemoglobina (HGB)

La hemoglobina es uno de los componentes principales de los hematíes y es responsable del transporte de oxígeno y dióxido de carbono. La concentración de hemoglobina se mide en unidades de volumen, generalmente expresada en g/dL. Este dato es útil para diagnosticar anemia o policitemia (Becerra, 2020).

Según Cray (2015), el recuento de glóbulos rojos (RBC), la concentración de hemoglobina (HGB) y el hematocrito (HCT) en especies aviares pueden verse afectados por diversos factores, como la altitud, la edad, el sexo, la condición corporal, la estación del año, el estrés, la ubicación geográfica, la nutrición, el desarrollo hormonal y las actividades como la reproducción y la muda de plumas. Por lo tanto, es importante tener en cuenta estos factores al interpretar los resultados de las pruebas de laboratorio en aves (Agustí, 2015).

3.6.5 Índices eritrocitarios

El Volumen Corpuscular Medio (VCM) es un parámetro sanguíneo que proporciona el tamaño promedio de los glóbulos rojos. Se utiliza para determinar el tamaño de los eritrocitos y clasificar las anemias, como la normocitosis, microcitosis y macrocitosis. La anemia macrocítica se presenta cuando el VCM se encuentra elevado, lo que indica glóbulos rojos de mayor tamaño. En aves, es mayor que en mamíferos. Esta información es relevante para el diagnóstico y clasificación de diferentes tipos de anemias.

La Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM) es un parámetro que indica la cantidad de hemoglobina en relación al hematocrito y se expresa en g/dL. Es útil para la clasificación de las anemias y ayuda a diferenciar entre hipocromía, normocromía e hipercromía.

La Hemoglobina Corpuscular Media (HCM) es el valor promedio de la hemoglobina contenida en un glóbulo rojo, expresado en picogramos (pg.). Su fórmula es: $(HGB/RBC) \times 10$.

Según Campbell y Ellis (2007) en aves, el VCM, la HCM y la CHCM muestran una variabilidad interespecífica, presentando valores más bajos que en mamíferos debido a la presencia de núcleos en los glóbulos rojos (Becerra, 2020).

3.6.6 Anemias

En la evaluación hematológica de aves, es común encontrar anemias, ya que el déficit de eritropoyesis lleva a la aparición de anemias mucho más rápida que en mamíferos. Esto se debe a que la vida media de los eritrocitos aviares es corta, oscilando entre 28 y 45 días (Jones, 2015).

Las anemias son muy comunes y se desarrollan rápidamente debido a la corta vida media de los eritrocitos. La deficiencia de hierro es una causa común de anemia no regenerativa. La anemia no regenerativa es el tipo de anemia más común observado en aves y la pérdida aguda de sangre es la causa más común de anemia regenerativa en las aves (Jones, 2015).

3.7 Serie blanca

3.7.1 Leucocitos

Los leucocitos pertenecen al sistema inmunológico de las aves y se clasifican en dos grupos principales:

- Granulocitos: Estos leucocitos provienen del tejido mieloide de la médula ósea y se desarrollan en los granulocitos. En aves, hay tres tipos de granulocitos: heterófilos (neutrófilos), eosinófilos y basófilos. Los heterófilos y basófilos son semejantes a las

células mamíferas, mientras que los eosinófilos tienen un núcleo bilobulado y gránulos eosinofílicos.

- Agranulocitos: Estos leucocitos provienen del tejido linfoide en los hematocitoblastos, aunque también se originan de la médula ósea. Se derivan los mononucleares (Iáñez, 2018).

3.7.2 Recuento total de leucocitos

El recuento total leucocitario es de gran importancia, ya que permite detectar la presencia de leucocitosis (aumento de leucocitos) o leucopenia (disminución), las cuales son indicativas de diversas enfermedades o cambios en el estado fisiológico del animal (Jones, 2015).

3.7.3 Recuento diferencial de leucocitos

El recuento diferencial de leucocitos mide la cantidad de cada tipo de glóbulo blanco que posee cada ser vivo, lo que permite calcular la concentración absoluta y relativa de las subpoblaciones de leucocitos, como los granulocitos y agranulocitos. Este recuento se realiza mediante métodos manuales y automatizados, siendo el método manual el más utilizado, el cual consiste en visualizar las alteraciones morfológicas y de tinción de los constituyentes celulares en el frotis sanguíneo. Se deben clasificar las subpoblaciones de leucocitos en un total de 100 células contadas, y luego se procede a clasificar cada uno de ellos, dando así sus porcentajes (Torrens, 2015).

3.7.4 Granulocitos o polimorfonucleares

Heterófilos: conocidos como neutrófilos en mamíferos y heterófilos en aves, son un tipo de glóbulo blanco con núcleo polimórfico. Un aumento de heterófilos se denomina heteropenia, asociado a infecciones, lesiones de la médula ósea, trastornos y viremia, entre otros. Por otro lado, la disminución de heterófilos se conoce como heterofilia, la cual puede ser causada por infecciones fúngicas y bacterianas, respuesta inflamatoria, estrés, trastornos metabólicos y otras condiciones. Thrall MA et al. (2004) menciona que la presencia de inflamación se debe a la respuesta frente a la toxicidad, lesiones traumáticas y agentes infecciosos como *Chlamydomydia*, *Mycobacterium* y *Aspergillus* (Arguedas, 2020).

Basófilos: son células redondas con un núcleo redondo central y gránulos citoplasmáticos de color basófilo que contienen histamina, lo que provoca una respuesta inflamatoria aguda y de hipersensibilidad de tipo IV, dando lugar a la basófila. A menudo, estos basófilos se esconden bajo los gránulos citoplasmáticos. Es común encontrar basófilos en un frotis sanguíneo de aves sanas, a diferencia de las especies mamíferas (Jones, 2015).

Eosinófilos: representan el 2% del total de glóbulos blancos en aves, cuya función es poco clara, pero se relaciona con patologías como: daños tisulares o enfermedades parasitarias.

Según Fowler (2013) menciona que la eosinofilia en las especies aviares se presentan por parasitosis, traumas severos, lesiones de la piel, hipersensibilidad, automutilación (Becerra, 2020).

3.7.5 Agranulocitos o mononucleares

Monocitos: son escasos en el frotis sanguíneo, y en algunos casos, los valores normales son muy bajos o nulos. Estas células son las más grandes entre los glóbulos blancos, generalmente tienen forma redonda o ameboide, con un núcleo redondo excéntrico y citoplasma de color azul grisáceo. La monocitosis, un aumento en el número de monocitos, se asocia con infecciones crónicas causadas por patógenos fúngicos (*Aspergillus*) y bacterias (*Mycobacterium*) (Gálvez y otros, 2009).

3.7.6 Leucocitosis y Leucopenia

El aumento de leucocitos puede ser un indicador de estrés o la presencia de enfermedades, desórdenes neoplásicos o degenerativos, enfermedades granulomatosas, algunas fases de septicemia, procesos inflamatorios por infecciones bacterianas y fúngicas. La leucopenia, por otro lado, se presenta normalmente en animales pequeños en desarrollo, en infecciones bacterianas y en enfermedades virales severas. Un diagnóstico diferencial de la leucopenia es de origen de la muestra, cuando la sangre extraída del ave se coagula antes de introducir al tubo con anticoagulante (EDTA), provocando la reducción de leucocitos (Gálvez y otros, 2009).

3.8 Trombocitos

Los trombocitos de las aves son células nucleadas y frágiles que se originan de precursores nucleados, a diferencia de los mamíferos que tienen su origen en megacariocitos. Aunque las plaquetas de las especies aviares se encargan de la coagulación, poseen poca tromboplastina y al parecer no desencadenan el proceso intrínseco de coagulación, pero la tromboplastina extrínseca procedente de los tejidos dañados cumple la función de formación de coagulación, de esta manera impide el desangrado. en los animales que presentan un ritmo cardíaco acelerado y una presión sanguínea alta (Claver, 2005).

3.9 Valores referenciales para hemograma

La Tabla 2 presenta los valores referenciales para diferentes parámetros de un hemograma, utilizados para evaluar diversos aspectos de la sangre. Cada parámetro está acompañado de su respectiva unidad de medida y el rango de valores normales.

Tabla 2. Valores referenciales para hemograma

Parámetro	Unidad	Valor
WBC	$\times 10^9/L$	3,0 – 11,0
LYM	$\times 10^9/L$	0,3 – 12,5
MID	$\times 10^9/L$	0,1 – 4,3
GRA	$\times 10^9/L$	0,7 – 23,1
LYM	%	58,6 – 85,4
MID	%	0 – 5,0
GRA	%	15,3 – 38,7
RBC	$\times 10^{12}/L$	2,5 – 4,5
HGB	g/dl	11,0 – 19,0
MCHC	g/L	331,2 – 332,8
MCH	Pg	12,5 – 113,9
MCV	Fl	121,0 – 175,4
HCT	%	35 – 55
PLT	$\times 10^9/L$	5,98 – 22,63

Fuente: (Borsa, 2009), (Gálvez y otros, 2009), (Gutiérrez & Corredor, 2017), (Agustí, 2015).

3.10 Química sanguínea

La química sanguínea en conjunto con la hematología es fundamental para lograr obtener un diagnóstico preciso a través del laboratorio. En las aves, éste estudio se debe realizar a partir del fragmento plasmático que se obtiene después de la centrifugación de la muestra.

3.10.1 Aspartato aminotransferasa (AST)

La AST con la CK son las enzimas habitualmente usadas para diagnosticar la enfermedad hepática en las aves. Hay actividad de la AST en diferentes tejidos como hígado, músculo esquelético, corazón, cerebro y riñones, aunque su distribución varía entre las diferentes especies de aves estudiadas. A pesar de su baja especificidad, un aumento de su concentración en sangre suele relacionarse principalmente con una lesión de origen hepático y muscular, constituyendo para la clínica aviar un marcador más sensible y específico que la alanina aminotransferasa (ALT) (Agustí, 2015).

3.10.2 Alanina aminotransferasa (ALT)

Es una enzima que se encuentra principalmente en el hígado y el músculo. Aunque es una enzima muy útil en el diagnóstico clínico de perros y gatos, suele tener poco valor en el diagnóstico de enfermedades hepáticas en aves debido a su baja actividad en el órgano y su

larga vida media en el tejido muscular, que puede provocar a una interpretación confusa y a un diagnóstico erróneo.

3.10.3 Fosfatasa alcalina (FA)

Se encuentra en el duodeno y el riñón. La elevación de su concentración en la sangre se correlaciona más con un aumento en la síntesis que con un daño celular. Esta enzima está muy relacionada con el metabolismo del calcio y del fósforo y se asocia con la actividad del sistema óseo, siendo sujeta a variaciones en función de los diferentes estados fisiológicos por los que atraviesan las aves (Jácome, 2017).

3.10.4 Lactato deshidrogenasa (LDH)

Es una enzima no específica en las aves; se encuentra en músculo esquelético, músculo del corazón, hígado, bazo y pulmón. Valores altos de LDH son el resultado de: hemólisis, hepatopatías, traumas y neoplasias. La distribución de esta isoenzima es diferente a la de los mamíferos, por ser una prueba no específica del hígado, no debe considerarse como adecuada para indicar problemas hepáticos (Sagastume, 1995).

3.10.5 Creatina Quinasa (CK)

La creatina quinasa (CK) es una enzima que se encuentra en el corazón, el cerebro, el músculo esquelético y otros tejidos. Su valor diagnóstico en aves radica en la identificación de lesiones musculares y su utilidad complementaria en el diagnóstico de enfermedades hepáticas, junto con la AST. Situaciones patológicas que pueden aumentar los niveles de esta enzima incluyen necrosis e inyecciones musculares, convulsiones, deficiencias de vitamina E y selenio, neuropatías, toxicidad por plomo y episodios de clamidiasis (Sagastume, 1995).

3.10.6 Creatinina (CR)

En las aves, la creatina se excreta a través de la orina sin llegar a transformarse en creatinina, por lo que no es un parámetro preciso para la evaluación de la función renal (Becerra, 2020).

3.10.7 Ácido úrico

Es el principal producto de desecho nitrogenado en los animales uricotélicos, se determina mediante métodos muy específicos y sensibles. Tradicionalmente, se considera el marcador bioquímico más utilizado para detectar la alteración renal en las aves, ya que sus niveles no se ven afectados por el estado de hidratación hasta que éste se deteriora a un nivel extremo. El sexo y el estado reproductor influyen en la concentración de ácido úrico, alcanzando los machos valores mayores al de las hembras e incrementos en las hembras durante la actividad ovulatoria (Lewandowski et al., 1986) e incubatoria.

3.10.8 Glucosa (GLU)

Las variaciones en los niveles de glucosa en las aves pueden ser influenciadas por factores fisiológicos y ambientales como la alimentación (ayuno y postprandial), la fase de crecimiento, la estacionalidad, el fotoperiodo y el estrés. Los factores ambientales pueden afectar la fisiología de las aves y, por lo tanto, influir en los niveles de glucosa (Agustí, 2015). Por ejemplo, la temperatura elevada puede provocar un aumento en la tasa respiratoria y el flujo sanguíneo, afectando la homeostasis de las aves.

3.10.9 Tiempo de protrombina (TP)

Diferentes entidades patológicas llegan a afectar el proceso de coagulación en las aves, los cuales repercuten directamente en los parámetros productivos. Se ha reportado que los mecanismos de coagulación en las aves son ligeramente diferentes a los observados en mamíferos, esto posiblemente debido a las diferencias fisiológicas que existen entre ambos. Actualmente se piensa que el mecanismo de coagulación extrínseco en las aves es más importante que el mecanismo de coagulación intrínseco (Juárez y otros, 2001).

3.10.10 Valores referenciales para química sanguínea

La Tabla 3 presenta los valores de referencia para diferentes parámetros en un análisis de química sanguínea. Cada parámetro está acompañado por su unidad de medida y el rango de valores normales.

Tabla 3. Valores referenciales para química sanguínea

Parámetro	Unidad	Valor
AST	UI/L	330 – 350
ALT	UI/L	8,72 – 15,66
FA	UI/L	42 – 479
LDH	UI/L	0 – 1000
CK	UI/L	0 – 3169
CR	mg/dl	0,1 – 0,4
Ácido úrico	mg/dl	2,00 – 11,00
GLU	mg/dl	200 – 500

Fuente: (LBG), (Vásquez, 2015), (Agustí, 2015).

3.11 Sistema digestivo en aves

El desarrollo del aparato digestivo en las primeras semanas de vida es crucial para el desempeño del animal en la edad adulta, y la aplicación de una dieta altamente nutricional desde la primera semana promueve una evolución adecuada del sistema intestinal del pollito.

El aparato digestivo de las aves incluye el pico, la lengua, la orofaringe, el esófago, el proventrículo, la molleja, el duodeno y el yeyuno, es responsable de la digestión y absorción de nutrientes. En la gallina doméstica, el tracto gastrointestinal puede llegar a medir 2,5 metros de longitud. La longitud y el tamaño de los órganos del TGI van a variar debido a la edad del animal (Viera, 2015).

3.11.1 Integridad intestinal

Es la función óptima del tracto digestivo es esencial para la crianza de pollos de carne, ya que les permite alcanzar el peso y la conversión alimenticia esperada para la línea genética en cuestión. Sin embargo, existen peligros que pueden afectar la salud intestinal de los pollos, como la coccidia y la enteritis bacteriana, que son comunes en todas las integraciones avícolas (Palacios, 2009).

Según Sansalone (2008), a flora intestinal de las aves, también conocida como microbiota intestinal, está compuesta por al menos 400 especies bacterianas, de las cuales solo se conoce el 15%. Esta flora desempeña un papel activo en los procesos digestivos, nutricionales y sanitarios de las aves, y es fundamental para mantener el equilibrio en la mucosa intestinal y la salud de los animales. Se ha observado que la ruptura de este equilibrio puede conducir a lesiones o enfermedades.

3.11.2 Factores que perjudican la salud intestinal

Tabla 4. Factores que perjudican la salud intestinal

Factores de la dieta	Deficiencias nutricionales.
Factores estresantes	Manejo inadecuado dentro y fuera del galpón.
Toxinas del alimento	Las toxinas que se encuentran en el alimento y tóxicos.
Microflora intestinal	El equilibrio en la microflora intestinal es fundamental para mantener la integridad del intestino. Las bacterias beneficiosas, como <i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>L. bulgaris</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>B. infantis</i> y <i>Bacillus</i> sp, desempeñan un papel importante en el control de la flora intestinal y estimulan el desarrollo de la pared intestinal.
Barreras físicas	La integridad del intestino se ve afectada cuando la pared de la mucosa se daña, las células epiteliales se ven afectadas o destruidas, el suministro vascular se interrumpe o el sistema inmunológico se ve comprometido.
Deformidad del pico	Evita un consumo adecuado de alimento y puede causar daño en el desarrollo intestinal.
Estado sanitario	Enfermedades como la coccidiosis y el cólera aviar tienen un impacto significativo en la salud del intestino. Virus, hongos, bacterias, parásitos y toxinas pueden ser responsables de dañar la integridad intestinal.

Fuente: (Granados, 2008)

3.11.3 Vellosidades

La superficie de absorción del intestino se expande debido a un proceso de dobleces o proyecciones hacia el lumen intestinal, que se conocen como vellosidades intestinales. Cada una de éstas contiene proyecciones o apéndices similares que son como microvellosidades intestinales que aumentan aún más la superficie de absorción. La longitud de las vellosidades intestinales decrece a partir del duodeno y hacia el íleon. Cada vellosidad está recubierta de un epitelio celular compuesto de enterocitos que poseen funciones diferentes de acuerdo a su localización dentro de cada vellosidad: los enterocitos localizados en el ápice de las vellosidades absorben líquidos y nutrientes, mientras que los de las zonas laterales y las criptas de Lieberkühn secretan electrolitos y líquidos. El mantenimiento óptimo de su estructura y funcionamiento es esencial para una mayor productividad (Cervantes, 2019).

3.11.4 Mucosa

La mucosa actúa como una barrera entre el ambiente externo y el organismo, permitiendo la asimilación de nutrientes y evitando la entrada de compuestos no deseados. En la producción animal, el mantenimiento de la integridad de la mucosa intestinal y de sus funciones fisiológicas es un objetivo prioritario (Díez, 2023).

3.11.5 Criptas intestinales

Las criptas intestinales son glándulas tubulares simples ubicadas en la pared del intestino, en la superficie luminal y en la base de las vellosidades intestinales. Estas glándulas tienen varias funciones, incluyendo:

- Sintetizar diferentes sustancias con propiedades enzimáticas, antimicrobianas y hormonales.
- Mantener la integridad de la mucosa intestinal y sus funciones fisiológicas, lo cual es esencial para la salud y el rendimiento del animal.
- Contribuir a la "barrera intestinal", que es fundamental para el paso selectivo de nutrientes y la prevención de la entrada de compuestos no deseados (Pérez & Villagómez, 2020).

3.12 Colorimetría de las patas

La colorimetría de las patas de los pollos puede ser importante en la evaluación de la pigmentación y la calidad de los animales de engorde. La piel de los pollos puede ser pigmentada con diferentes sustancias, como carotenoides, que son responsables de la coloración amarilla y naranja de las patas de los pollos. La cantidad de carotenoides en la piel disminuye con la temperatura del agua durante el pelado al ave (Sánchez, 2015).

En la actualidad, debido a los avances en nutrición y genética, las aves consumen menos alimento y no tienen acceso a fuentes naturales de pigmentación. Sin embargo, debido a la competencia por el mercado, los productores de pollo han comenzado a agregar pigmento en el alimento de las aves. Algunos pigmentos utilizados incluyen Cantaxantina (rojo) y Gluten de maíz (amarillo).

La salud intestinal es fundamental para la absorción de los pigmentos, como las vitaminas. Las enteritis y coccidiosis subclínicas pueden afectar la absorción de los pigmentos y, por lo tanto, la coloración de las patas de los pollos (Yang, 2020).

4. Materiales y métodos

4.1 Materiales físicos

- Balanza digital
- Estufa (Memmert UN 30 PLUS, 1942794, Alemania)
- Molino manual
- Criadora
- Termómetro
- Desinfectantes

4.2 Materiales biológicos

- 192 pollitos Cobb 500
- Vacunas (Gumboro y Newcastle)
- Ají (*Capsicum annuum*)

4.3 Metodología y técnicas utilizadas

4.3.1 Área de investigación

La investigación se llevó a cabo en la granja "Irquis", perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca. Está situada en el cantón Cuenca, en la parroquia Victoria del Portete, a una altitud de 2671 msnm. La precipitación anual en esta ubicación alcanza los 1078,05 mm, y las temperaturas varían entre 7 y 12 °C.



Figura 1. Mapa satelital, ubicación geográfica de la Granja experimental "Irquis" de la Universidad de Cuenca

Fuente: Google Earth Pro, 2023

4.3.2 Elaboración de la harina de ají

Para la elaboración de la harina de ají se utilizó el laboratorio de bromatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad de Cuenca, ubicado en la Avenida 12 de octubre y Diego de Tapia.

Procedimiento:

Etapas 1: El ají fue lavado para eliminar impurezas, hojas secas, entre otros.

Etapas 2: Con el objetivo de acelerar el proceso de secado, se procedió a cortar el ají en tiras de aproximadamente 2 cm de ancho utilizando un cuchillo.

Etapas 3: Se dispusieron 500 g de ají en bandejas de aluminio y se introdujeron en la estufa a una temperatura de 37 °C durante un periodo de 36 horas.

Etapas 4: El ají deshidratado fue sometido al proceso de molienda manual para su procesamiento.

Etapas 5: La harina resultante se almacenó en recipientes de vidrio estériles con el propósito de conservarla.

4.3.3 Diseño experimental

En este estudio, se empleó un diseño experimental de bloques completamente aleatorios que incluye cuatro tratamientos, cada uno con tres repeticiones, asignadas de manera aleatoria.

4.3.4 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la adición de harina de ají a la dieta base de la siguiente manera:

Tratamiento 1: dieta basal

Tratamiento 2: dieta basal + 0,5% de harina de ají

Tratamiento 3: dieta basal + 1% de harina de ají

Tratamiento 4: dieta basal + 1.75 % de harina de ají

4.3.5 Determinación de las variables

Variables independientes

- Tres diferentes niveles de inclusión de harina de ají y un grupo control

Variables dependientes

- Parámetros hematológicos
- Morfometría intestinal
- Colorimetría de las patas

4.4 Metodología para la investigación

En esta investigación, se emplearon 192 pollitos recién nacidos, los cuales fueron distribuidos en 12 unidades experimentales, cada una con 16 aves.

4.4.1 Adecuación del galpón

Quince días previos a la llegada de los pollitos, se llevó a cabo la preparación y desinfección del galpón, así como de los comederos y bebederos mediante la aplicación de amonio cuaternario, y se aplicó una capa de cal en el suelo. Se estableció una fosa de desinfección con cal en la entrada del galpón. Además, se implementaron cortinas tanto internas como externas con el objetivo de crear un entorno propicio para el desarrollo de los pollos. Se empleo una cama de 10 cm de profundidad utilizando cascarilla de arroz. Posteriormente, se instalaron dos campanas criadoras para mantener una temperatura inicial de 32 a 33 °C, ajustando gradualmente esta temperatura a medida que los pollos crecían, reduciéndola en 3 °C por semana.

4.4.2 Recepción de pollito bebé

Para recibir a los pollos, se colocó papel sobre la cascarilla de arroz y se dispuso el alimento sobre este durante un día, sirviendo como un periodo de adaptación para cada tratamiento.

Posteriormente, se utilizaron bandejas para el suministro de alimento desde el día 1 hasta el día 3, las cuales fueron reemplazadas por comederos colgantes con capacidad para 15 kg. Entre el día 1 y el día 4, se agregaron vitaminas, electrolitos, probióticos y enzimas exógenas al agua. Durante los primeros siete días, se empleó un bebedero manual con un volumen de 3 litros, que fue sustituido por un bebedero automático. La temperatura ya había sido ajustada según las necesidades de los pollos. Se llevó a cabo un pesaje de todos los pollos para obtener un registro preciso.

4.4.3 Vacunación

A los 8 días de edad, se llevó a cabo la vacunación de todos los pollos con el objetivo de prevenir las enfermedades de Newcastle y Gumboro. La administración se realizó mediante la vía ocular. Asimismo, se implementó una revacunación específica para la enfermedad de Newcastle a través del suministro en el agua al día 23.

4.4.4 Toma de muestras

En el presente estudio, se llevó a cabo una evaluación morfométrica intestinal y análisis hematológicos en pollos de engorde para investigar los efectos de diferentes tratamientos sobre la salud intestinal y el estado hematológico de las aves. El experimento se diseñó para incluir dos grupos de pollos de engorde, cada uno sometido a condiciones experimentales distintas.

Para la evaluación morfométrica intestinal, se seleccionaron al azar seis pollos por tratamiento a los 21 y 42 días de edad. Tras un periodo de ayuno de 12 horas, los pollos fueron sacrificados y se extrajo una porción de 3 cm del duodeno. Estas muestras se fijaron en formol tamponado y posteriormente se realizaron cortes histológicos. La medición de las vellosidades intestinales se llevó a cabo utilizando técnicas de microscopía y software especializado para determinar parámetros morfométricos relevantes.

Simultáneamente, se realizaron análisis hematológicos mediante la obtención de muestras de sangre de la vena braquial de los pollos a los 21 y 42 días de edad. Los análisis hematológicos incluyeron un hemograma completo para evaluar la composición celular de la sangre, así como una química sanguínea para determinar perfiles bioquímicos como glucosa, proteínas totales y enzimas hepáticas.

Para la evaluación de la colorimetría de las patas a los 42 días se utilizó el abanico colorimétrico de Roche, una herramienta que permite medir la intensidad del color mediante una serie de tarjetas con colores de referencia. El proceso inicia con la preparación del abanico, asegurando que esté calibrado y en buen estado, seguido de la preparación de muestras, que incluye la selección de pollos representativos y la limpieza de sus patas para

garantizar una medición precisa del color. La evaluación de la pigmentación se realiza comparando el color de las patas con los colores del abanico, anotando el número correspondiente a la intensidad del color observado. En el análisis de resultados, los colores se categorizan según los números del abanico (del 1 al 16) para comparar las intensidades de pigmentación.

4.4.5 Preparación de unidades experimentales

Se delimitó las unidades experimentales, con malla de alambre galvanizado considerando una superficie de $1m^2$, asegurando así las mejores condiciones de bioseguridad y bienestar animal; a los 15 días se expandió las unidades experimentales a $1,5 m^2$.

4.5 Análisis estadístico

Los datos recopilados se tabularon en el programa de Excel y el análisis estadístico se realizó en el programa Infostat. Para determinar si las diferencias que existen entre medias de los tratamientos son estadísticamente significativas se aplicó la prueba de Bonferroni. Todas las variables fueron evaluadas mediante ANOVA.

5. Resultados y discusión

5.1 Hemograma y Química sanguínea a la semana 3 y semana 6

Frente al efecto de la harina de ají en las dietas de pollos de engorde sobre los perfiles bioquímicos sanguíneos y parámetros hematológicos; los resultados del estudio determinaron que, al agregar harina de ají a las dietas de pollos de engorde, no se observa diferencia en los análisis de sangre tradicionales, como los niveles de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito como se observa en la tabla 5 y 6. Sin embargo, en las tablas 7 y 8 se notan diferencias entre los tratamientos, en cuanto a la respuesta inmunológica y en los perfiles de enzimas y compuestos sanguíneos relacionados con la función hepática, muscular, renal y los niveles de glucosa en sangre. Esto sugiere que la harina de ají podría tener efectos en la salud general y la resistencia a enfermedades de los pollos. Bajo ese mismo criterio, los aportes de Adedoyin et al. (2019) y Abd El-Hack et al. (2022), enfatizan que la inclusión del *capsicumm annuum* tiene mejores efectos en los perfiles sanguíneos de pollos de engorde.

Mientras que Adegoke et al. (2018), enfatizan que el efecto de la harina de ají en pollos de engorde tiene variaciones significativas en los parámetros hematológicos, en este caso el recuento de eritrocitos, el volumen de células empaquetadas (PCV) fue más alto en aves sin aditivos dietéticos y varió con la dieta, siendo más alto en aves alimentadas con la dieta basal. En la fase final, persistieron diferencias significativas en los parámetros hematológicos, con valores más altos en pollos alimentados con ciertas combinaciones de harina de ají, y

diferencias en los recuentos de glóbulos blancos, neutrófilos y linfocitos entre grupos de tratamiento, lo cual no coincide con nuestro estudio debido a que no se obtuvieron diferencias significativas entre los parámetros hematológicos representados en las tablas 5 y 6, como el recuento de eritrocitos, el volumen de células empaquetadas, sin embargo si existió diferencias en los recuentos de glóbulos blancos, neutrófilos y linfocitos entre grupos de tratamiento, como también lo indica Guamán & Mastian (2016) quien con un porcentaje de 11,36% de harina de ají obtuvo un incremento de glóbulos rojos ($2,70 \times 10^{12}/L$); glóbulos blancos ($77,6 \times 10^9/L$) y Hemoglobina ($129,38g/dl$). Por otro lado Akinola & Egwuonumku (2017), enfatizan que la harina de ají beneficia el crecimiento y la eficiencia alimenticia en pollos de engorde, sin impactos adversos en los parámetros hematológicos, pero mejora la absorción de nutrientes y la utilización del alimento, con un ligero aumento en los eosinófilos, sugiriendo un potencial como aditivo alimentario eficiente. En el mismo sentido, la aplicación de harina de ají y una mezcla de hierbas en las dietas de pollos de engorde reduce los niveles de ciertos metabolitos sanguíneos y mejora la respuesta inmune, tal como lo señala Ashour et al. (2020)

En cuanto a la actividad antimicrobiana, Soliman & AlAfifi (2020), manifiestan que el *capsicum annuum* tiene el potencial de reducir el crecimiento de bacterias patógenas como *E. coli* y otros miembros de la familia enterobacteriaceae, lo que sugiere un efecto antimicrobiano. En este mismo sentido el criterio de Abd El-Hack et al. (2022), menciona que la adición de *capsicum annuum* a la dieta de pollos de engorde resultó en una notable reducción del crecimiento de la bacteria patógena *E. coli* y otros miembros de la familia enterobacteriaceae, siendo esta reducción significativa para *E. coli*. Además, se observó una inhibición significativa del crecimiento de *lactobacilos* grampositivos. Estos hallazgos respaldan la actividad bactericida de amplio espectro del *capsicum annuum* contra bacterias patógenas y no patógenas, tanto grampositivas como gramnegativas.

Sin embargo, una observación intrigante emerge al examinar la respuesta de los linfocitos y granulocitos. Estas variaciones podrían indicar una modulación selectiva del sistema inmunológico en función de la dieta, lo que sugiere un potencial impacto en la salud general y la resistencia a enfermedades de los pollos de engorde.

Tabla 5. Hemograma a la semana 3

	Tratamientos				EE
	T1	T2	T3	T4	
RBC ($10^{12}/L$)	2,74 a	2,34 a	2,66 a	2,54 a	0,12
HGB (g/L)	180,44 a	153,22 a	161,56 a	163,22 a	8,20
HCT (%)	38,08 a	34,09 a	36,06 a	34,42 a	1,55
MCV (fL)	137,11 a	135,90 a	135,54 a	136,54 a	0,72
MCH (pg)	65,81 a	67,06 a	65,82 a	65,84 a	0,93
MCHC (g/L)	493,78 a	511,67 a	488,11 a	500,33 a	11,94
LYM (%)	93,84 b	94,90 b	93,92 b	90,86 a	0,69
GRAN (%)	2,13 a	1,94 a	1,88 a	3,76 b	0,31

EE: Error estándar de la media

Medias con una letra en común en la fila no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

T1 (0 % HA); T2 (0,5 % HA); T3 (1 % HA); T4 (1,75 % HA).

RBC recuento de glóbulos rojos, HGB hemoglobina, HCT hematocrito, MCV volumen corpuscular medio; MCH hemoglobina corpuscular media, MCHC concentración de hemoglobina corpuscular media, LYM recuento de linfocitos, GRAN recuento de granulocitos.

Tabla 6. Hemograma a la semana 6

	Tratamientos				EE
	T1	T2	T3	T4	
RBC ($10^{12}/L$)	2,65 a	2,60 a	2,69 a	2,43 a	0,20
HGB (g/L)	165,78 a	174,89 a	175,89 a	166,67 a	12,18
HCT (%)	34,61 a	35,56 a	36,20 a	35,71 a	2,76
MCV (fL)	133,43 a	133,57 a	131,99 a	132,93 a	1,37
MCH (pg)	64,94 a	66,71 a	63,09 a	65,86 a	1,22
MCHC (g/L)	488,56 a	498,89 a	480,33 a	494,67 a	7,56
LYM (%)	93,59 ab	93,51 ab	91,50 b	94,28 b	0,62
GRAN (%)	2,39 ab	2,43 ab	3,29 b	1,69 a	0,30

EE: Error estándar de la media

Medias con una letra en común en la fila no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

T1 (0 % HA); T2 (0,5 % HA); T3 (1 % HA); T4 (1,75 % HA).

RBC recuento de glóbulos rojos, HGB hemoglobina, HCT hematocrito, MCV volumen corpuscular medio; MCH hemoglobina corpuscular media, MCHC concentración de hemoglobina corpuscular media, LYM recuento de linfocitos, GRAN recuento de granulocitos.

Tabla 7. Química sanguínea a la semana 3

	Tratamientos				EE
	T1	T2	T3	T4	
TP (g/L)	26,87 a	28,47 b	27,30 a	31,70 c	0,29
AST (U/L)	250,00 a	238,56 a	245,33 a	282,67 a	19,48
ALT (U/L)	6,11 b	5,89 ab	6,00 b	5,00 a	0,25
LDH (U/L)	853,33 a	886,78 a	918,44 a	1089,78 b	39,67
CK (U/L)	3596,33 a	3506,78 a	3205,56 a	3175,22 a	235,51
BUN (mmol/L)	1,71 b	1,41 ab	1,32 a	1,32 a	0,09
GLU (mmol/L)	13,67 b	12,39 a	12,69 ab	13,56 ab	0,31

EE: Error estándar de la media

Medias con una letra en común en la fila no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

T1 (0 % HA); T2 (0,5 % HA); T3 (1 % HA); T4 (1,75 % HA).

TP tiempo de protrombina, AST aspartato amino transferasa, ALT alanina amino transferasa, LDH lactato deshidrogenasa, CK creatina quinasa, BUN nitrógeno ureico, GLU glucosa.

Tabla 8. Química sanguínea a la semana 6

	Tratamientos				EE
	T1	T2	T3	T4	
TP (g/L)	32,16 a	29,91 a	30,88 a	32,24 a	0,72
AST (U/L)	317,00 a	409,22 b	325,78 ab	397,22 ab	23,36
ALT (U/L)	5,22 b	6,89 ab	5,89 b	6,44 a	0,44
LDH(U/L)	1004,33 a	1156,67 a	1019,78 a	1039,78 a	59,31
CK (U/L)	3834,67 ab	3328,00 a	3963,11 b	3443,22 ab	150,59
BUN (mmol/L)	1,37 b	1,11 ab	1,07 a	1,27 a	0,08
GLU (mmol/L)	11,25 a	11,06 a	11,09 a	11,13 a	0,22

EE: Error estándar de la media

Medias con una letra en común en la fila no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

T1 (0 % HA); T2 (0,5 % HA); T3 (1 % HA); T4 (1,75 % HA).

TP tiempo de protrombina, AST aspartato amino transferasa, ALT alanina amino transferasa, LDH lactato deshidrogenasa, CK creatina quinasa, BUN nitrógeno ureico, GLU glucosa.

5.2 Vellosidades y criptas intestinales a la semana 3 y semana 6

En base a los resultados obtenidos en el estudio, en las tablas 9 y 10 se evidencia que la inclusión de harina de ají en las dietas de pollos de engorde no tiene un efecto significativo en la morfometría intestinal. Aunque se observaron aumentos en la longitud de las vellosidades y ligeros descensos en el diámetro de las criptas, estos cambios no alcanzaron

significancia estadística. Sin embargo, a pesar de que no ha existido una consecuencia influyente en la morfometría intestinal de los pollos en este estudio, según los aportes de Adegoke et al. (2018) y Soliman & AlAfifi (2020) se ha logrado demostrar que si existe efectos a partir de la aplicación de la harina de ají, pues lograron observar mejoras en la histología intestinal, incluyendo un aumento en la longitud de las vellosidades, lo que aumenta la absorción de nutrientes, mejorando así los índices productivos.

Tabla 9. Morfometría intestinal a la semana 3

	Tratamientos				EE
	T1	T2	T3	T4	
Longitud vellosidades (µm).	1513,54 a	1604,08 a	1714,55 a	1613,22 a	93,18
Diámetro criptas (µm).	49,32 a	46,08 a	43,17 a	45,83 a	2,51
Profundidad criptas (µm).	95,29 a	92,44 a	90,10 a	39,63 a	4,58

EE: Error estándar de la media

Medias con una letra en común en la fila no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

T1 (0 % HA); T2 (0,5 % HA); T3 (1 % HA); T4 (1,75 % HA).

En otro aspecto, basada en la evidencia de Li et al. (2022), lograron demostrar que la ingesta de harina de ají influye en el peso relativo del hígado y en la longitud del yeyuno e íleon, lo que indica posibles cambios en la salud gastrointestinal, pues existe un aumento en el ancho y la superficie de las vellosidades del yeyuno, lo que implica una mejora en la capacidad de absorción de nutrientes. En base a los hallazgos de Jha et al. (2020), lograron visibilizar un aumento en el peso relativo del hígado y una mejora en la morfología intestinal, lo que sugiere una mejora en la absorción de nutrientes y una mayor eficiencia de crecimiento.

Tabla 10. Morfometría intestinal a la semana 6

	Tratamientos				EE
	T1	T2	T3	T4	
Longitud					
vellosidades	1717,09 a	1704,93 a	1800,25 a	1750,93 a	81,67
(μm).					
Diámetro					
criptas (μm).	51,41 a	52,54 a	53,28 a	55,07 a	1,71
Profundidad					
criptas (μm).	97,82 a	103,03 a	96,66 a	102,54 a	4,66

EE: Error estándar de la media

Medias con una letra en común en la fila no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

T1 (0 % HA); T2 (0,5 % HA); T3 (1 % HA); T4 (1,75 % HA).

5.3 Colorimetría de las patas a la semana 6

En cuanto a la colorimetría de patas, se muestran diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, como se indica por las letras de significación asignadas. Este hallazgo sugiere que los tratamientos evaluados tienen un impacto distintivo en el color de las patas de acuerdo con el análisis colorimétrico realizado. Específicamente, se observa una tendencia clara de cambio en el color de las patas a medida que aumenta la inclusión de harina de ají. Se ha podido interpretar en los resultados de este estudio, que la inclusión de harina de ají en las dietas de pollos de engorde puede tener efectos significativos en la pigmentación de las patas. Tal y como lo menciona Olabarrera (2022), el cual obtuvo que la pigmentación con harina de ají tuvo efectos significativos en 1% y 1,5% para la pigmentación de la cresta, barbilla, tarso y pechuga, por otra parte, Guevara (2021), determinó en cuanto a la pigmentación que no existe diferencias significativas en ningunas de las harinas al nivel de uso entre 0,5% y 0,75%; pero en comparación con el uso a nivel de 1% si existe; determinándose que la harina de ají al 1% logra mejor pigmentación de la carne, las crestas y los tarsos. Mientras que los cambios en la pigmentación pueden estar relacionados con factores como la dieta, el estrés, la salud general y la calidad del medio ambiente. Sin embargo, la necesidad investigativa debe ser reforzada para comprender completamente los mecanismos subyacentes y el impacto a largo plazo en la salud y el rendimiento de los pollos de engorde.

Tabla 11. Colorimetría de las patas a la semana 6

	Tratamientos				EE
	T1	T2	T3	T4	
Colorimetría patas	9,50 a	10,17 ab	11,11 b	11,22 b	0,29

EE: Error estándar de la media

Medias con una letra en común en la fila no son significativamente diferentes ($p>0,05$)

T1 (0 % HA); T2 (0,5 % HA); T3 (1 % HA); T4 (1,75 % HA).

6. Conclusiones

- La inclusión de harina de ají en las dietas de pollos de engorde, frente a los análisis hematológicos revelan una consistencia en los parámetros normales como el recuento de glóbulos rojos, hemoglobina y hematocrito.
- Los perfiles bioquímicos sanguíneos, hay diferencias significativas, especialmente en parámetros que indican la función hepática y muscular. Los niveles variables de enzimas como la aspartato aminotransferasa (AST) y la alanina aminotransferasa (ALT) señalan posibles alteraciones en la salud del hígado, mientras que las fluctuaciones en la creatinina quinasa (CK) sugieren efectos sobre la musculatura. Asimismo, se observan diferencias en los niveles de urea y glucosa, lo que apunta hacia una posible influencia en la función renal y en los niveles de glucosa en sangre.
- No hay un efecto significativo en la morfometría intestinal, es decir en la longitud de las vellosidades, el diámetro y la profundidad de las criptas intestinales. Por lo tanto, en base a los parámetros evaluados en esta investigación la harina de ají no afectó la morfología intestinal.
- El análisis colorimétrico revela diferencias significativas en el color de las patas entre los diferentes tratamientos. En ese sentido, se ha podido visibilizar que los tratamientos 3 y 4 muestran un color más intenso en comparación con los tratamientos 1 y 2. Además, el tratamiento 2 exhibe un nivel intermedio de coloración. El color de las patas en aves de corral es un indicador importante de su estado de salud y bienestar.

7. Recomendaciones

- Investigar a fondo los mecanismos subyacentes a los cambios en los análisis hematológicos y bioquímicos sanguíneos debido a la inclusión de harina de ají en la dieta de pollos de engorde, para comprender mejor los efectos a largo plazo en la salud y el desempeño de las aves.
- Realizar estudios adicionales para explorar la relación entre la pigmentación de las patas y la salud de los pollos de engorde.
- Evaluar los efectos a largo plazo de la harina de ají en el hígado y la función muscular de los pollos de engorde.
- Realizar un análisis completo de la fisiología avícola en relación con la dieta, considerando todos los efectos potenciales sobre la salud y el desempeño de los pollos de engorde, con el objetivo de mejorar la formulación de dietas y las prácticas de crianza para maximizar la salud y el bienestar de las aves.

Referencias

- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Elbestawy, A. R., Gado, A. R., Nader, M. M., Saad, A. M., El-Tahan, A. M., Taha, A. E., Salem, H. M., & El-Tarabily, K. A. (2022). Hot red pepper powder as a safe alternative to antibiotics in organic poultry feed: An updated review. *Poultry Science*, 101(4), 101684. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101684>
- Adedoyin, A. A., Mosobalaje, M. A., & Bamimore, A. I. (2019). Performance, Immuno-stimulatory and Blood Biochemical Indices of Broiler Chickens Fed Hot Red Pepper (*Capsicum annum* L.) Supplemented Diets. *Journal of Experimental Agriculture International*. <https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v36i330238>
- Adegoke, A. V., Abimbola, M. A., Sanwo, K. A., Egbeyale, L. T., Abiona, J. A., Oso, A. O., & Iposu, S. O. (2018). Performance and blood biochemistry profile of broiler chickens fed dietary turmeric (*Curcuma longa*) powder and cayenne pepper (*Capsicum frutescens*) powders as antioxidants. *Veterinary and Animal Science*, 6, 95-102.: <https://doi.org/10.1016/j.vas.2018.07.005>
- Agustí, S. (2015). *Estudio de la Hematología y la Bioquímica sanguínea de las Rapaces Nocturnas Ibéricas*. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2015/hdl_10803_329287/sam1de1.pdf
- Arguedas, R. (2020). *¿Neutrófilos y Heterófilos? ¡Qué no exista confusión!* Obtenido de <https://www.vetlabcr.com/index.php/articulos/122-neutrofilos-y-heterofilos-que-no-exista-confusion.html>
- Avilez, B., Rugeles, C., Jabib, L., & Herrera, Y. (2015). Parámetros hematológicos en pollos de engorde criados en una granja de producción cerrada en el trópico bajo . *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(29), 33-39. <https://doi.org/https://doi.org/10.19052/mv.3444>
- Akinola, L. a. F., & Egwuanumku, J. O. (2017). Haematology and serum biochemistry of laying hens fed red pepper (*Capsicum annum* L.) as feed additive. *Nigerian Journal of Animal Science*, 19(1), 127-134. <https://www.ajol.info/index.php/tjas/article/view/163781>
- Ashour, E. A., Abd El-Hack, M. E., Swelum, A. A., Osman, A. O., Taha, A. E., Alhimaidi, A. R., & Ismail, I. E. (2020). Does the dietary graded levels of herbal mixture powder impact growth, carcass traits, blood indices and meat quality of the broilers? *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 1228-1237. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1825998>
- Becerra, I. (Junio de 2020). *"DETERMINACIÓN DE VALORES DE REFERENCIA EN HEMOGRAMA Y QUÍMICA SANGUÍNEA EN POLLOS DE ENGORDE HEMBRAS (GALLUS DOMESTICUS) EN CONDICIONES DE ALTITUD"*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18761/1/UPS-CT008772.pdf>

- Blas, Y. (1993). *MANUAL DE HEMATOLOGÍA AVIAR*. Obtenido de <http://132.248.9.195/pmig2016/0191750/0191750.pdf>
- Borsa, A. (2009). VALORES HEMATOLÓGICOS EN POLLOSCORTE DE CREACIÓN INDUSTRIAL. *Colloquium Agrariae*, 5(1), 25-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.5747/ca.2009.v05.n1.a042>
- Cervantes, H. (9 de Agosto de 2019). *Integridad intestinal en aves*. Obtenido de <https://bmeditores.mx/avicultura/integridad-intestinal-en-aves/>
- Claver, J. (2005). El trombocito aviar. *InVet*, 7(1), 139-146. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179114156016>
- CONAVE. (23 de Febrero de 2023). *Cifras actualizadas del sector avícola*. Obtenido de <https://conave.org/cifras-actualizadas-del-sector-avicola/>
- Cray, C. (15 de Septiembre de 2015). *Estudio de la Hematología y la Bioquímica sanguínea T de las Rapaces Nocturnas Ibéricas*. Obtenido de https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2015/hdl_10803_329287/sam1de1.pdf
- Cuéllar, J. (13 de Mayo de 2022). *Dinámica y tendencias actuales del mercado avícola mundial*. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/dinamica-y-tendencias-actuales-del-mercado-avicola-mundial/>
- Díez, D. (16 de Junio de 2023). *Relación entre la mejora fisiológica de la mucosa intestinal y el rendimiento productivo*. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/relacion-entre-la-mejora-fisiologica-de-la-mucosa-intestinal-y-el-rendimiento-productivo/>
- Gálvez, C., Ramírez, G., & Osorio, J. (2009). *El laboratorio clínico en hematología de aves exóticas*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v8n1/v8n1a20.pdf>
- Gálvez, C., Ramírez, G., & Osorio, J. (26 de Noviembre de 2009). *EL LABORATORIO CLÍNICO EN HEMATOLOGÍA DE AVES EXÓTICAS*. Obtenido de <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/biosalud/article/download/5539/5002>
- Gómez, A. (2007). *La capsaicina como estimulante natural del sistema inmunológico en las aves de engorde*.
- Granados, J. (2008). Factores que influyen en la Integridad Intestinal del Broiler. AMEVEA.
- Guamán, D., & Mastian, N. (17 de Enero de 2017). *Efectos de la harina de ají (Capsicum annuum) en diferentes niveles suministrados en la dieta y su comparación con valores*

hematológicos en la fase de crecimiento y engorde de pollos cobb 700. Obtenido de <http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/1717>

Guevara, W. (2021). Evaluación de la pigmentación de carne de pollo Cobb 700 en base al uso de colorantes naturales en la dieta diaria. UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS.

Gutiérrez, L., & Corredor, J. (2017). Parámetros sanguíneos y respuesta inmune en pollos de engorde alimentados con probióticos. *Veterinaria y Zootecnia*, 11(2), 81-92. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2017.11.2>.

Iáñez, E. (2018). *Células del sistema inmune*. Obtenido de https://www.ugr.es/~eianez/inmuno/cap_02.htm

InfoAgro. (2 de Junio de 2023). ¿Cómo se mide el nivel de picante de un chile? Obtenido de <https://mexico.infoagro.com/como-se-mide-el-nivel-de-picante-de-un-chile/>

Iza, N., & Quispe, M. (2011). *EVALUACIÓN DEL PROMOTOR DE CRECIMIENTO NATURAL A BASE DE AJÍ EN LA DIETA ALIMENTICIA DE POLLO BROILER EN LA CALERA CIUDAD DE LATACUNGA PROVINCIA DE COTOPAXI*. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/665/1/T-UTC-0528.pdf>

Jha, R., Das, R., Oak, S., & Mishra, P. (2020). Probiotics (Direct-Fed Microbials) in Poultry Nutrition and Their Effects on Nutrient Utilization, Growth and Laying Performance, and Gut Health: A Systematic Review. *Animals*, 10(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/ani10101863>

Jácome, H. (2017). *“EFECTO DEL EXTRACTO DE DIENTE DE LEÓN (Taraxacum officinale), SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y ENZIMAS HEPÁTICAS SÉRICAS EN POLLOS DE ENGORDE.”*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26208/1/Tesis%2089%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20499.pdf>

Jones, M. (2015). *Hematología Aviar*. Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-las-fuerzas-armadas-de-ecuador/fisiologia-animal/g6-articulo-hematologia-aviar-jones-2015/20781445>

Juárez, M., V, P., Velazco, X., & Téllez, G. (2001). Evaluación de la técnica de lee-white y tres técnicas de hemostasis primaria en aves leghorn. *Archivos de medicina veterinaria*, 33(1), 97-103. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2001000100011>

Karimi, M. (12 de Octubre de 2020). Reducción de antibióticos en la producción avícola. ¿Qué herramientas nutricionales están disponibles para los avicultores? Obtenido de

<https://ab-neo.com/es/news/reduccion-de-antibioticos-en-la-produccion-avicola-que-herramientas-nutricionales-estan>

LBG. (s.f.). *VALORES DE REFERENCIA MEDIOS PARA AVES*. Obtenido de <https://laboratorioveterinario.vet/wp-content/uploads/VALORES-REFERENCIA-AVES.pdf>

Li, Z., Zhang, J., Wang, T., Zhang, J., Zhang, L., & Wang, T. (2022). Effects of Capsaicin on Growth Performance, Meat Quality, Digestive Enzyme Activities, Intestinal Morphology, and Organ Indexes of Broilers. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 841231. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.841231>

Lozada, J. (2014). *“EVALUACIÓN DEL AJÍ (Capsicum annum) COMO ADITIVO NATURAL PARA LA PREVENCIÓN DE COCCIDIOSIS EN POLLOS PARRILLEROS”*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6995/1/Tesis%2011%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20213.pdf>

Lurueña, M. (26 de Marzo de 2021). El picante no es un sabor ni es exclusivo de la cocina exótica. Obtenido de <https://www.consumer.es/alimentacion/alimentos-picantes-locales-sabor-sensaciones.html>

Manrique, M., & Perdomo, O. (2019). *Pollos de engorde: cómo criarlos, razas y alimentación*. Obtenido de <https://agrotendencia.tv/agropedia/cria-de-pollos-de-engorde/>

Neumann, R. (2004). AJÍES Y CAPSICINA: DESDE ESPECIA, INSECTICIDA, DEFENSA PERSONAL HASTA MEDICINAL. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/temas_varios/temas_varios/38-ajies.pdf

OMS. (31 de Julio de 2021). Resistencia a los antibióticos. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>

Olabarrera, J. (2022). *EVALUACIÓN DE PIGMENTACIÓN DE PIEL Y PRESENCIA DE COCCIDIOSIS EN LA PRODUCCIÓN DE POLLOS EN LA ETAPA DE ENGORDE Y ACABADO UTILIZANDO CONCENTRACIONES DE HARINA DE AJÍ PERUANO (Capsicum chinense)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO .

Palacios, M. (Marzo de 2009). *USO DE ANTICOCCIDIALES Y PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN EL DESARROLLO DE LA SALUD INTESTINAL DEL BROILER*. Obtenido de <https://docplayer.es/25019007-Uso-de-anticoccidiales-y-promotores-de-crecimiento-en-el-desarrollo-de-la-salud-intestinal-del-broiler.html>

- Pérez, J., & Villagómez, S. (23 de Diciembre de 2020). *Integridad intestinal : Digestión de nutrientes*. Obtenido de <https://nutrinews.com/integridad-intestinal-digestion-de-nutrientes/>
- Quisaguano, J. (12 de Noviembre de 2021). "COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LOS POLLOS PARRILLEROS EN AMBIENTES CONTROLADOS Y MANUALES". Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15636/1/17T01664.pdf>
- Quispe, M. (2012). EVALUACIÓN DEL PROMOTOR DE CRECIMIENTO NATURAL A BASE DE AJÍ EN LA DIETA ALIMENTICIA DE POLLO BROILER. Obtenido de <https://repositorio.utC.edu.ec/bitstream/27000/665/1/T-UTC-0528.pdf>
- Rojas, P. (Julio de 2014). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE CLÍNICA DE AVES*. Obtenido de <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/11-Manual-de-practicas-de-clinica-de-aves.pdf>
- Sagastume, J. (Mayo de 1995). *DETERMINACION DE INTERVALOS DE REFERENCIA PARA HEMATOLOGIA Y BIOQUIMICA SERICA EN LOROS NUCA AMARILLA (Amazona auropalliata) CRIADOS EN CAUTIVERIO EN EL PROYECTO FUNDIVES EN GUATEMALA*. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_0313.pdf
- Sánchez, J. (6 de Enero de 2015). *Pigmentación en pollo de engorde*. Obtenido de <https://www.elsitioavicola.com/articles/2658/pigmentacion-en-pollo-de-engorde/>
- Sansalone, P. (2008). Conceptos sobre Alternativas no Antibióticas en aves de consumo. S.A. Quito-Ecuador.
- Soliman, N., & AlAfifi, S. F. (2020). The productive performance, intestinal bacteria and histomorphology of broiler chicks fed diets containing hot red pepper. *Egyptian Poultry Science Journal*, 40(2), 345-357. https://epsj.journals.ekb.eg/article_95716.html
- Tenecota, C. (22 de Marzo de 2017). *ANÁLISIS PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE LA CRIANZA DE POLLOS BROILER EN PEQUEÑA ESCALA, EN EL RECINTO CASCAJAL, CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18483/1/Tesis%20Lista%20Carlos.pdf>
- Torrens, M. (2015). INTERPRETACIÓN CLÍNICA DEL HEMOGRAMA. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(6), 713-725. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2015.11.001>
- Vásquez, J. (Agosto de 2015). *CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA SANGUÍNEA EN SEIS GÉNEROS DE COLIBRÍES DE NANEGALITO, NOROCCIDENTE DEL DISTRITO*

METROPOLITANO DE QUITO. Obtenido de
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/739/1/T-UIDE-0674.pdf>

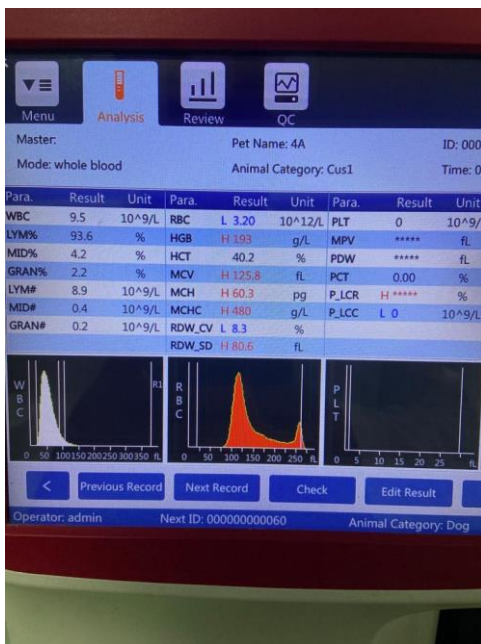
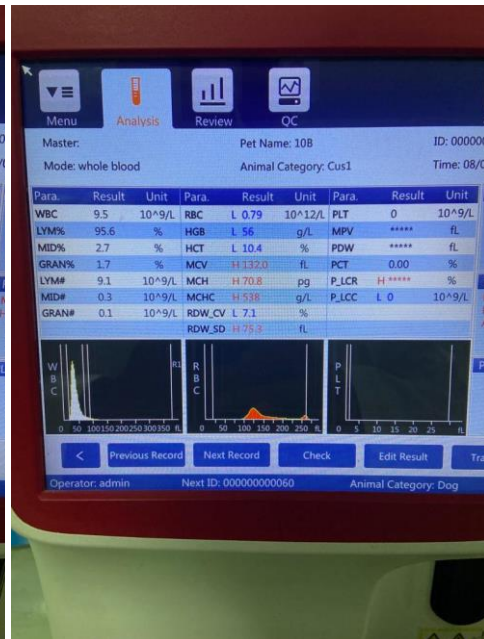
Viera, E. (21 de Diciembre de 2015). *“EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PROMOTOR DE CRECIMIENTO ORGÁNICO COMERCIAL, EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS BROILERS”*. Obtenido de
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5191/1/TESIS%20EDISON%20VIERA.pdf>

Vives, J. (2019). *SECTOR AVÍCOLA ECUADOR*. Obtenido de <https://obest.uta.edu.ec/wp-content/uploads/2020/09/Sector-avicola-Ecuador.pdf>

Yang, N. (11 de Marzo de 2020). *Coloración de pollos de engorde: Medidas técnicas para mejorar*. Obtenido de https://www.engormix.com/avicultura/calidad-carne-pollo/coloracion-pollos-engorde-medidas_a45026/

Anexos

Resultados hemograma



CEMEVET		CEMEVET		CEMEVET	
RESULTADOS		RESULTADOS		RESULTADOS	
Dueño,		Dueño,		Dueño,	
Animal;1A		Animal;1B		Animal;9A	
ID Médico;163		ID Médico;175		ID Médico;185	
ID Muestra;1		ID Muestra;13		ID Muestra;1	
AGEGroup;Adulto		AGEGroup;Adulto		AGEGroup;Adulto	
Animal;Pájaro		Animal;Pájaro		Animal;Pájaro	
Tipo de muestra;Sangre total		Tipo de muestra;Sangre total		Tipo de muestra;Plasma	
ID Operador;		ID Operador;		ID Operador;	
Lab;		Lab;		Lab;	
Lote reactivos;9230159		Lote reactivos;9230159		Lote reactivos;9220193	
ID Rotor;019829230159		ID Rotor;019829230159		ID Rotor;019829220193	
ID Máquina;121002868		ID Máquina;121002868		ID Máquina;121002868	
Ver;V1.00.01.12/1.00.01.50		Ver;V1.00.01.12/1.00.01.50		Ver;V1.00.01.12/1.00.01.50	
Hora prueba;2023-07-08 17:29		Hora prueba;2023-07-08 20:54		Hora prueba;2023-07-10 11:22	
Ensayo,Resultado, ,Ref,Unidad		Ensayo,Resultado, ,Ref,Unidad		Ensayo,Resultado, ,Ref,Unidad	
TP,33.1,,,g/L		TP,31.8,,,g/L		TP,27.0,,,g/L	
AST,383,,,U/L		AST,234,,,U/L		AST,231,,,U/L	
ALT,<5,L,5--134,U/L		ALT,<5,L,5--134,U/L		ALT,6,5--134,U/L	
ALP,1173,,,U/L		ALP,1225,,,U/L		ALP,697,,,U/L	
LDH,> 1200,,,U/L		LDH,875,,,U/L		LDH,> 1200,,,U/L	
CK,3217,,,U/L		CK,> 4000,,,U/L		CK,> 4000,,,U/L	
Crea,<10.0,L,11.0--370.0,umol/L		Crea,14.2,,11.0--370.0,umol/L		Crea,<10.0,L,11.0--370.0,umol/L	
BUN,1.62,,0.80--18.55,mmol/L		BUN,1.13,,0.80--18.55,mmol/L		BUN,1.30,,0.80--18.55,mmol/L	
BUN/CREA,-,-,,		BUN/CREA,83.910,,		BUN/CREA,-,-,,	
GLU,11.91,,,mmol/L		GLU,11.64,,,mmol/L		GLU,10.34,,,mmol/L	

[illegible]

LABORATORIO DE ESPECIALIDADES PATOLÓGICAS

HISTOPATOLOGÍA Y CITOPATOLOGÍA

VetPath

Centro de Diagnóstico Veterinario

Código

Ausencia

0

Leve

Moderada

2

Severa

3

REPORTE DE MEDICIONES

Ave	Longitud velocidades (micrometros)					Promedio	Diámetro Criptas (micrometros)					Promedio	Profundidad Criptas (micrometros)					Promedio	Células calcificadas	Inflamación	po de inflamación
	Campo 1	Campo 2	Campo 3	Campo 4	Campo 5		Campo 1	Campo 2	Campo 3	Campo 4	Campo 5		Campo 1	Campo 2	Campo 3	Campo 4	Campo 5				
1A	850.44	1787.02	1533.81	1936.01	1800.44	1707.50	51.95	36.36	37.89	51.44	45.96	45.48	35.07	77.24	117.7	105.73	113.35	102.76	1	0	NA
2A	1453	1354.94	1453	1354.94	1453	1453	66.38	37.04	38.32	41.05	62.66	19.89	91.72	98.1	116.69	120.47	135.31	1	0	NA	
3A	1989.52	2103.59	2125.95	2058.72	2068.10	2068.10	45.08	31.77	45.95	59.01	54.44	55.08	11.88	123.01	81.48	111.48	102.76	3	2	NA	
4A	1342.06	1526.36	1628.27	1322.11	1573.55	1470.53	35.95	45.32	53.87	52.12	38.11	45.39	122.76	75.43	72.29	81.05	131.75	3	2	NA	
5A	1201.83	1386.77	1422.78	1444.78	1444.78	1444.78	46.37	51.26	39.33	49.77	52.10	47.89	102.87	75.31	75.31	103.08	103.08	3	2	NA	
6A	1884.05	1345.19	1430.26	1832.66	1834.57	1834.57	51.57	39.05	53.4	33.42	47.39	44.76	102.94	95.94	93.81	115.56	92.67	100.40	3	2	NA
7A	2026.35	1550.78	1545.77	1806.48	1836.25	1754.33	62.43	62.83	76.76	74.56	63.85	71.39	34.7	85.8	65.43	43.47	115.25	57.83	1	0	NA
8A	1824.56	1910.77	1674.62	1864.3	1758.36	1754.05	58.47	51.26	57.37	59.4	43.09	48.32	128.51	133.8	110.94	89.23	100.38	111.33	1	0	NA
9A	1839.61	1651.06	1832.78	1722.16	1722.16	1722.16	48.23	45.55	51.26	64.3	43	51.63	95.37	110.26	140.36	91.87	155.88	120.03	1	0	NA
10A	1557.48	1884.33	2009.66	1363.66	1276.05	1595.85	56.73	51.4	57.37	55.72	54.04	52.71	33.07	87.41	62.71	130.63	119.56	105.26	2	0	NA
11A	1220.65	1220.65	1220.65	1220.65	1220.65	1220.65	56.04	57.34	57.34	54.47	54.45	54.45	140.02	77.57	62.16	62.16	102.76	102.76	2	0	NA
12A	1833.68	1760.54	1770.54	1873.15	1871.87	1844.19	53.74	53.37	52.35	50.88	46.95	52.70	103.03	93.95	116.17	78.87	67.86	88.36	1	0	NA
13A	1643.05	1588.31	1554.4	1816.4	1830.1	1653.21	34.13	39.31	68.84	54.68	56.73	50.39	32.46	35.35	32.77	100.43	81.08	93.35	2	0	NA
14A	1717.07	1765.37	1765.37	1742.44	1742.44	1742.44	49.34	49.34	49.34	49.34	49.34	49.34	103.83	83.25	84.01	74.37	103.83	86.64	2	0	NA
15A	2091.83	1703.84	2071.84	1912.72	2085.36	2009.15	48.05	44.08	64.81	58.36	54	53.39	119.22	74.44	103.77	89.35	104.04	93.78	2	0	NA
16A	245.35	1672.46	1111.3	1448.77	1176.21	1330.36	57.4	61.2	67.51	55.45	55.84	60.30	86.37	64.3	122.43						

Secado del ají



Lugar donde se encontraban los pollos



Colorimetría de las patas a los 42 días

