



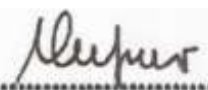
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

**Promotores de crecimiento en la dieta, presentación de lesiones en el cojinete plantar
y rendimiento productivo, en pollos de carne**

Tesis
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autora
Kiara Dayana Trujillo Quispe

Asesor
Dr. Carlomagno Ronald Velásquez Vergara



Carlomagno Velásquez Vergara
Médico Veterinario
C.M.V.P. N° 1515

Huacho – Perú
2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería zootécnica

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Trujillo Quispe Kiara Dayana	72847731	01/06/2026
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Velasquez Vergara Carlomagno Ronald	08471692	https://orcid.org/0000-0007-9335-3583
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA- DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o) Pujada Abad Hilario Noberto	15603577	https://orcid.org/0000-0003-4939-6774
Dra .Sc Rojas Tuesta Guisela Mónica	40411323	https://orcid.org/0000-0003-1801-6214
Mg. Sc Vasquez Requena Angel Gerardo	46579737	https://orcid.org/0000-0001-7034-5133

029863Kiara Dayana Trujillo Quispe

Promotores de crecimiento en la dieta, presentación de lesiones en el cojinete plantar y rendimiento productivo, en po...

UI-FIAIAYA PREGRADO 2026
Unidad de Investigación FIAIAYA-2026
Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3541005706

Fecha de entrega

17 abr 2026, 11:21 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

17 abr 2026, 11:31 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_KIARA_TRUJILLO.pdf

Tamaño del archivo

624.9 KB

47 páginas

9616 palabras

50.508 caracteres



Página 2 de 54 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3541005706

19% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 4% Publicaciones
- 7% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

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.

DEDICATORIA

A Dios, por su guía y fortaleza; a mis padres, por su amor, sacrificio y ejemplo; a mis hijos, motivo profundo de mis esfuerzos, cuya existencia ilumina cada paso de mi vida y me impulsa a seguir adelante con determinación; y a toda mi familia, por creer en mí. Con gratitud y cariño, les dedico este importante logro.

Kiara Dayana Trujillo Quispe

AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo agradecimiento a Dios por otorgarme la sabiduría, fortaleza y perseverancia necesarias para culminar con éxito este proceso de investigación, guiando cada paso con su infinita gracia.

Manifiesto mi sincero reconocimiento a mi asesor, por su orientación académica, paciencia y constante disposición para acompañar el desarrollo de este trabajo.

De igual manera, extiendo mi agradecimiento a mis compañeros de promoción que me ayudaron en la ejecución de la fase experimental de la tesis

A todos quienes contribuyeron de alguna manera, gracias infinitas.

Kiara Dayana Trujillo Quispe

ÍNDICE

	Pagina
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
Descripción de la realidad problemática	9
Formulación del problema	10
Problema general	10
Problemas específicos	10
Objetivos de la investigación	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
Justificación de la investigación	11
Delimitación del estudio	12
Viabilidad del estudio	12
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
Antecedentes de la investigación	14
Antecedentes internacionales	14
Antecedentes nacionales	15
Bases teóricas	15
Definición de términos básicos	20
Hipótesis de investigación	21
Hipótesis general	21
Hipótesis específicas	21
Operacionalización de las variables	22
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	
Gestión del experimento	24
Ubicación	24
Características del área experimental	24
Tratamientos	25
Diseño experimental	25

Tratamientos	25
Variables a evaluar	26
Conducción del experimento	26
Técnicas para el procesamiento de la información	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	30
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	34
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones	38
Recomendaciones	38
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
TABLAS	
Tabla 1. Tipos de variables, dimensiones e indicadores	22
Tabla 2. Ingredientes y contenido nutricional de la dieta basal	27
Tabla 3. Valoración de las lesiones plantares, con cuatro tratamientos diferentes en pollos de engorde	30
Tabla 4. Valoración de lesiones plantares con cuatro tratamientos Diferentes en pollos de engorde	32
Tabla 5. Análisis de correlación entre peso vivo y lesiones plantares En pollos de engorde	32
FIGURAS	
Figura 1. Valoración de lesiones de la almohadilla plantar en aves de carne	20
Figura 2. Ubicación del galpón experimental de aves	24
ANEXOS	
Anexo 1. Cálculo del estadístico chi cuadrado para relacionar tratamientos con grado de severidad de lesiones podales	44
Anexo 2. Cálculo del coeficiente de Sperman (p)	46

RESUMEN

Objetivo. Determinar la influencia de diferentes promotores de crecimiento dietarios sobre la presentación de lesiones en el cojinete plantar y el rendimiento productivo en pollos de engorde. **Metodología:** Se utilizaron 200 pollos de la línea Cobb, asignados aleatoriamente a cuatro tratamientos: T0 (Control): dieta basal sin aditivos; T1: dieta basal + 0.5% de Zn-bacitracina + 0.5% de clopidol (coccidiostato); T2: dieta basal + 1.5% de extracto de ajo y cebolla (proporciones iguales); T3: dieta basal + 0.2% de aceite esencial de orégano (AEO). Las variables evaluadas fueron la incidencia y gravedad de las lesiones plantares (escala de 0 a 4) y el peso vivo final a los 42 días. Los datos se analizaron mediante las pruebas de Chi-cuadrado y Correlación de Spearman, utilizando el software Minitab v.19. **Resultados.** No se encontró una asociación estadísticamente significativa entre los tratamientos dietéticos y la presentación de lesiones plantares ($\chi^2=7.405$, $gl=6$, $p=0.285$). El 59.44% de las aves no presentó lesiones, el 38.78% mostró lesiones leves y el 1.78% lesiones moderadas a severas. Asimismo, no se observó asociación entre la presencia de estas lesiones y el peso vivo final de los pollos ($p=0.4$). **Conclusión.** Los promotores de crecimiento evaluados (Zn-bacitracina, extracto de ajo y cebolla, y aceite esencial de orégano) no demostraron ser superiores a la dieta control estándar en la reducción de la incidencia de lesiones plantares. Además, el peso final de las aves no se vio afectado por la condición del cojinete plantar bajo las condiciones de este estudio.

Palabras clave: Extracto, ajo, cebolla, aceite esencial orégano, lesiones podales, pollos

ABSTRACT

Objective. To determine the influence of different dietary growth promoters on the presentation of footpad lesions and productive performance in broiler chickens.

Methodology. A total of 200 Cobb line broilers were used, randomly assigned to four dietary treatments: T0 (Control): basal diet without additives; T1: basal diet + 0.5% Zn-bacitracin + 0.5% clopidol (coccidiostat); T2: basal diet + 1.5% garlic and onion extract (equal proportions); T3: basal diet + 0.2% oregano essential oil (OEO). The evaluated variables were the incidence and severity of footpad lesions (scored on a scale from 0 to 4) and the final live weight at 42 days of age. Data were analyzed using Chi-square and ANOVA tests with Minitab software version 19. **Results.** No statistically significant association was found between dietary treatments and the presentation of footpad lesions ($\chi^2=7.405$, $df=6$, $p=0.285$). Regarding lesion prevalence, 59.44% of the birds presented no lesions, 38.78% showed mild lesions, and 1.78% had moderate to severe lesions. Furthermore, no association was observed between the presence of these lesions and the final live weight of the broilers ($p=0.4$). **Conclusion.** The evaluated growth promoters (Zn-bacitracin, garlic and onion extract, and oregano essential oil) were not superior to the standard control diet in reducing the incidence of footpad lesions. Additionally, under the conditions of this study, the final weight of the birds was not affected by the condition of the footpad.

Keywords: Extract, garlic, onion, oregano essential oil, foot lesions, chickens

INTRODUCCIÓN

Perú registra uno de los niveles de consumo de carne de pollo per cápita más elevados de Sudamérica. Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), durante el 2024 el consumo nacional alcanzó los 50 kg por habitante, cifra que en Lima Metropolitana ascendió a 70 kg. Este incremento sostenido ha impulsado el dinamismo de la industria avícola, la cual ha mantenido un crecimiento anual del 5% en las últimas décadas, consolidándose como el sector más pujante del rubro agropecuario.

Este avance ha sido posible gracias a la implementación de innovaciones en genética, manejo, infraestructura y sanidad, optimizando significativamente la productividad. Un indicador clave es la evolución del índice de conversión alimenticia: mientras hace 50 años se requerían 2.5 kg de alimento para producir 1 kg de peso vivo, en la actualidad este valor se ha reducido a 1.6, lo que representa una mejora en la eficiencia del 64%.

No obstante, en el ámbito de la sanidad animal aún persisten desafíos que generan cuantiosas pérdidas económicas. Entre ellos destaca la pododermatitis, una patología que afecta a los pollos de engorde y se manifiesta a partir de los 15 días de vida. Esta afección provoca cojera, limitando el desplazamiento del ave y reduciendo su ingesta de alimento, lo que deriva en retrasos en el crecimiento o incluso la muerte. Debido a la escasez de datos locales sobre su incidencia, la presente investigación tiene como objetivo determinar la prevalencia de pododermatitis en pollos de engorde para facilitar la toma de decisiones informadas en el sector.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática

La avicultura mundial ha tenido un crecimiento acelerado en las últimas décadas, el número de aves sacrificadas anualmente experimentó un incremento de 621 por ciento entre 1961 al 2001 (Nicol & Davies, 2010). A nivel nacional, la producción de pollo en el 2023 fue de 2 027,400 TM ligeramente inferior al 2022 de 2 057,100 (variación de -1,4%) (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2023). Además, el pollo es la principal actividad del sector pecuario, representa el 79% del valor bruto de la producción avícola (MIDAGRI, 2023), siendo el sector de mayor crecimiento dentro del rubro agropecuario.

Este progreso notable de la avicultura en Perú se debe principalmente a la evolución genética de las líneas modernas, técnicas de manejo, control de enfermedades, manejo del ambiente, automatización de equipos y los avances en la nutrición de los pollos de engorde. Sin embargo esta mayor productividad viene afectando el bienestar animal, que se manifiesta de múltiples formas siendo la principal en pollos de engorde la presentación de lesiones en la superficie plantar (Nunez, 2020).

Estas lesiones se denominan pododermatitis y es el resultado del contacto de la piel plantar del pollo con una cama mojada o húmeda. Inicialmente se observan costras de color negro, inflamación de la piel de la almohadilla plantar y los dedos, pudiendo dar lugar a una hiperqueratosis y apareciendo lesiones ulcerativas en la superficie plantar (Nunez, 2020). La evaluación de estas lesiones es muy importante y se realiza para determinar el nivel de bienestar animal de una granja e implementar correctivos necesarios que no sólo mejorará el confort del ave sino que redundará en una mayor productividad de acuerdo a los

nuevos lineamientos establecidos por la Organización Mundial de Sanidad animal (OIE) (Michel et al., 2012).

Los productos fitogénicos como el aceite de orégano, ajo y cebolla podrían contribuir a reducir las lesiones en almohadillas al mejorar la salud intestinal, controlar patógenos y reducir la humedad de la cama. Sin embargo, su eficacia debe complementarse con prácticas de manejo óptimas. Se recomienda realizar pruebas controladas en granja para evaluar su impacto específico (Boussaada et al., 2024).

En nuestro país existen pocos estudios relacionados a este tema, que por su importancia es necesario realizarlo para determinar en qué medida afecta la producción y el bienestar de las aves. Por esta razón la presente investigación plantea evaluar los productos fitogénicos en la dieta y la presentación de lesiones en el cojinete plantar y rendimiento productivo en pollos de carne.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿La administración de promotores de crecimiento fitogénicos en el agua de bebida está asociada con la presentación de lesiones en el cojinete plantar y rendimiento productivo, en pollos de engorde?

1.2.2. Problemas específicos

¿La administración de Zinc + bacitracina en el agua de bebida está asociada con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde?

¿La administración de extracto de ajos y cebolla en el agua de bebida está asociada con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde?

¿La administración de aceite esencial de orégano en el agua de bebida está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de carne?

¿El peso vivo final está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar si la administración de promotores de crecimiento fitogénicos en el agua de bebida está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar y rendimiento productivo en pollos de engorde.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar si el suministro de Zinc + bacitracina en el agua de bebida está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde.

Determinar si el suministro de extracto de ajos y cebolla en el agua de bebida está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde.

Determinar si el suministro de aceite esencial de orégano en el agua de bebida está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde.

Determinar si el peso vivo está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde.

Justificación de la investigación

La investigación “Promotores de crecimiento en la dieta, presentación de lesiones en el cojinete plantar y rendimiento productivo, en pollos de carne, se justifica según los siguientes aspectos:

Social: porque el incremento en la presentación de lesiones plantares es un problema que afecta el bienestar animal, la productividad y rentabilidad en pollos de engorde

Teórico: La investigación se basará en determinar si el suministro de promotores de crecimientos fitogénicos origina una disminución de lesiones podales en pollos de engorde. Los resultados servirán de base para otros estudios similares.

Práctico: La disponibilidad de productos fitogénicos como el ajo, cebolla y AEO permiten su uso y podría constituir una alternativa que reemplacen a los APC. De esta manera, el público consumidor sería el beneficiado al disponer de alimentos saludables y confiables.

1.4. Delimitación del estudio

Delimitación espacial: el estudio se realizó en el Taller experimental de aves de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica.

Delimitación temporal: El proyecto tuvo una duración total de seis meses. La fase experimental se realizó en los meses de mayo y junio del 2025.

Delimitación de la población: Para la investigación, la población de estudio comprendió 500 pollitos BB machos de la línea Cobb 500.

1.5. Viabilidad del estudio

Viabilidad técnica: el investigador tuvo acceso a fuentes de información en revistas, libros y repositorios sobre el tema que se desea desarrollar.

Viabilidad operativa: la tesista cuenta con la granja experimental de aves, donde se desarrolló la fase experimental de la investigación. Además, en el laboratorio de Sanidad animal, se realizó la evaluación de las lesiones podales.

Viabilidad económica: porque se dispuso de los recursos económicos para cubrir los gastos necesarios para la compra de los pollitos BB, alimento, fitogénicos, aditivos, vacunas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Fandino –Doblado et al. (2021) evaluaron las diversas lesiones traumáticas que afectan la calidad y eficiencia de la canal de aves para consumo humano, en una población de 5 737 191 aves sacrificadas se muestrearon 114 550 aves, que luego se dividieron en dos grupos, aves tipo asadero ($n= 77\,700$) con rangos de peso entre 1 362 y 2 296 g y aves tipo presa ($n=36.850$) con rangos de peso entre 2307 y 3983 g. El pollo tipo presa presento más hematomas y fracturas en ala causadas en el cargue ($p<0,05$) que el tipo asadero, y la pododermatitis se evidencio como la lesión de mayor afectación en los dos grupos de aves.

Cepero (2015) señala que la incidencia de la pododermatitis, se estima entre el 30-50% de aves afectadas. Menciona que existen varios sistemas de valoración de pododermatitis. En Europa se clasifican las lesiones en tres grados: desde sin lesiones hasta heridas graves. Esta patología es importante debido a que afecta el comportamiento de los pollos, reduciendo su tiempo de pie y su actividad en comederos y bebederos.

Boussaada et al. (2024) en un estudio realizado en Argelia determinaron una alta prevalencia de pododermatitis, que asciende a aproximadamente el 78%, desde una leve inflamación de la piel (puntuación 1) hasta úlceras graves (puntuación 4). Los autores concluyen que para reducir la frecuencia de la pododermatitis, parece necesario controlar las condiciones de cría, en particular el estado de la cama, los parámetros ambientales y la densidad de cría.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Mananay (2023) evaluó la utilización de licuados de ajo y cebolla administrados en el agua de bebida. Cien pollos de carne de la línea Cobb 500 de un día de edad, de ambos sexos, se distribuyeron en cuatro tratamientos (T1, testigo; T2, 2 g de ajo licuados en un litro de agua; T3, 8 g de cebolla licuados en un litro de agua; T4, 2 g de ajo + 8 g de cebolla licuados en un litro de agua), los tratamientos 2, 3 y 4 se suministraron cada tres días durante todo el día. Los resultados mostraron mejoras en la conversión alimenticia y en el mérito económico, principalmente en el período de crecimiento, pero no en forma consistente a lo largo de todo el ensayo.

Pérez-Hernández (2023) en un estudio realizado en el mercado de abastos de la ciudad de Chíncha evaluaron la incidencia de pododermatitis digital en pollos de carne. Las patas de cada ave fueron inspeccionadas y se les asignó una puntuación según la escala de puntuación para la pododermatitis (enfermedad de la almohadilla plantar) en pollos de engorde. Los puntajes muestran un aumento en la severidad de la pododermatitis y van desde 0 (que no representa evidencia de pododermatitis) a 4 (que representa pododermatitis severa). La incidencia global de pododermatitis fue de 91.89%.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Promotores de crecimiento

Abdelli (2021) definen a los promotores del crecimiento como sustancias o aditivos utilizados en la producción avícola para mejorar la eficiencia alimenticia, acelerar el crecimiento y optimizar la salud de las aves, con el objetivo de maximizar la producción de carne o huevos. Estos pueden ser de origen natural, sintético o biológico, y se clasifican en

varias categorías: Antibióticos promotores de crecimiento (APC), Probióticos, Prebióticos, enzimas, ácidos orgánicos, fitogénicos, minerales y vitaminas y hormonas

2.2.2.. Antibióticos

Castañón (2007) menciona que los APCs fueron una herramienta clave en la avicultura del siglo XX, pero su declive es global debido a los riesgos de resistencia. Hoy, la industria busca equilibrar productividad, bienestar animal y salud pública mediante alternativas sostenibles.. Los APCs funcionan a dosis subterapéuticas (más bajas que las usadas para tratar enfermedades) y actúan principalmente en el intestino de las aves. Actúan mediante tres mecanismos: a). Reducen bacterias patógenas: Inhiben microorganismos dañinos como *Clostridium* o *E. coli*, que compiten por nutrientes o causan inflamación intestinal; b). Mejoran la absorción de nutrientes: al disminuir la carga microbiana, el ave destina menos energía a combatir infecciones y más a crecer y c). Producen el engrosamiento de la pared intestinal: algunos antibióticos (como la virginiamicina) reducen la inflamación, mejorando la integridad del epitelio intestinal.

Rahman et al. (2022) señalan que los APC más utilizados en la industria avícola son: Avilamicina (eficaz contra bacterias Gram+), Bacitracina de zinc (actúa sobre la pared celular bacteriana), Tilosina (macrólido con efecto antiinflamatorio) y Virginiamicina (usado contra *Staphylococcus* y *Streptococcus*).

Jun Lin et al. (2013) sostiene que el uso de APC tiene riesgos y controversias. Se ha demostrado que generan: a). Resistencia antibiótica: El uso prolongado de APCs favorece la selección de bacterias resistentes (ej: *Salmonella* resistente a fluoroquinolonas), b). Genes de resistencia pueden transferirse a patógenos humanos vía cadena alimentaria, c). Residuos en productos avícolas: Aunque poco comunes con dosis subterapéuticas, existen riesgos si

no se respetan periodos de retiro, d). Impacto en la microbiota benéfica: Algunos APCs dañan bacterias intestinales beneficiosas, afectando la salud a largo plazo.

Salim et al. (2018) mencionan que en la actualidad, el uso de los APC tiene regulaciones y prohibiciones. La Unión Europea: Prohibió todos los APCs en 2006 (Regulación EC No 1831/2003). Estados Unidos: Restricciones progresivas desde 2017 (Directrices FDA VETERINARY FEED DIRECTIVE). Otros países: México, Brasil y Argentina: Aún permiten algunos APCs, pero con regulaciones estrictas. Asia: Uso variable, con países como India y China limitando su empleo en los últimos años.

2.2.2.. Ajo y cebolla

Malematja et al. (2021) mencionan que los bulbos de cebolla contienen compuestos organoazufrados, polisacáridos, saponinas, fructanos y compuestos fenólicos. Los compuestos que contienen azufre, como los sulfóxidos, están asociados a actividades antioxidantes y antimicrobianas. Los polifenoles, flavonoides, carotenoides, tocoferoles y ácido ascórbico tienen propiedades antioxidantes. Los compuestos antimicrobianos incluyen terpenoides, alcaloides y fenólicos que ejercen sus efectos a través de la estimulación del sistema inmunológico para luchar contra las infecciones. Las saponinas tienen propiedades antifúngicos y antiinflamatorias. Los polisacáridos no amiláceos (celulosa, hemicelulosa, pectinas y ligninas), retrasan el proceso de absorción de nutrientes y fijan toxinas. Estos compuestos estimulan y mejoran el rendimiento del crecimiento y la condición de salud de las aves a través de la mejora del apetito, estimulación del sistema digestivo y la respuesta inmunitaria

Cubero et al. (2020) señalan que el ajo (*Allium sativa*) contiene altos niveles de compuestos polifenólicos, particularmente ácidos fenólicos, flavonoides y sus derivados. Los polifenoles en la dieta son promotores de la salud con actividades antioxidantes y

antiinflamatorias. Las saponinas tienen propiedades antiespasmódicas, antifúngicas, hemolíticas, antiinflamatorias, reducción del colesterol y citotóxicas. Los poli y oligosacáridos tienen efectos inmunomodulatorios, efectos prebióticos, antivirales y gastroprotectores.

Cubero et al. (2020) señala además, que la eficacia del ajo en la alimentación de las aves de corral varía según el procedimiento de fabricación, puede ser polvo (secado al sol o al aire), jugo, extracto purificado, aceite, extracto envejecido y pasta. La identificación de una dosis óptima de *Allium sativum* determinará su efectividad en aves de corral. Las respuestas de las aves de corral también pueden verse afectadas por diversos factores, como el tipo de alimento (pellet o puré) y calidad, duración del estudio, higiene, aves (pollos de engorde, gallinas de puesta, codornices, etc.), edad, estado de salud (sanos o con problemas) y factores ambientales entre muchos otros. .

2.2.3. Aceite esencial de orégano

Brenes & Roura (2010) sostienen que el uso de aceite esencial de orégano (AEO) en la dieta constituye una alternativa a los APC. Se ha demostrado que mejora el rendimiento productivo (ganancia de peso y conversión alimenticia), tiene efectos antioxidantes y antimicrobianos y modula el desarrollo de la microbiota intestinal.

Botsoglou et al. (2002) retardaron la oxidación lipídica en la carne cruda y cocida de pollos de carne almacenada, cuando se suministró 100 mg de AEO por kilogramo de alimento durante 38 días.

Ruan et al. (2021) con la adición de 150 o 300 mg/kg de AEO en la incrementaron el consumo diario de alimento y la ganancia de peso en pollos de carne. Además incrementaron la actividad de la glutatión peroxidasa y la capacidad antioxidante total en

plasma, yeyuno y mucosa ileal e incrementaron el contenido de inmunoglobulina A y moduló favorablemente la composición de la microbiota intestinal.

Hashemipour et al. (2013) administraron cuatro tratamientos: 0, 60, 100 y 200 mg/kg de Next Enhance que contiene un 50 % de componentes activos de timol y carvacrol. La evaluación demostró que mejoró la ganancia de peso corporal y la eficiencia alimenticia, y redujo el consumo de alimento. Además, el aditivo incrementó la actividad antioxidante y de las enzimas digestivas, y mejoró la respuesta inmunitaria, lo que podría tener un efecto beneficioso en la salud y el rendimiento de los pollos de carne.

2.2.4. Lesiones plantares en aves

Miljković et al. (2012) mencionan que la dermatitis podal o pododermatitis en las aves es provocada por causas multifactoriales. La presencia de sustancias químicas irritantes en la yacija, las predisposiciones genéticas de los híbridos, las enfermedades inmunosupresoras de los pollos, así como la composición de las dietas comerciales para pollos de engorde que influyen en la aparición de yacija húmeda, son factores probados que contribuyen a una incidencia más intensa de esta afección. La dermatitis podal se caracteriza por lesiones en la piel metatarsal y digital ventral de las patas de las aves de corral. Se trata de un tipo de dermatitis de contacto que, en los casos graves, se caracteriza por una ganancia de peso más lenta y un estado de salud y bienestar deficientes.

2.2.5. Valoración lesiones plantares

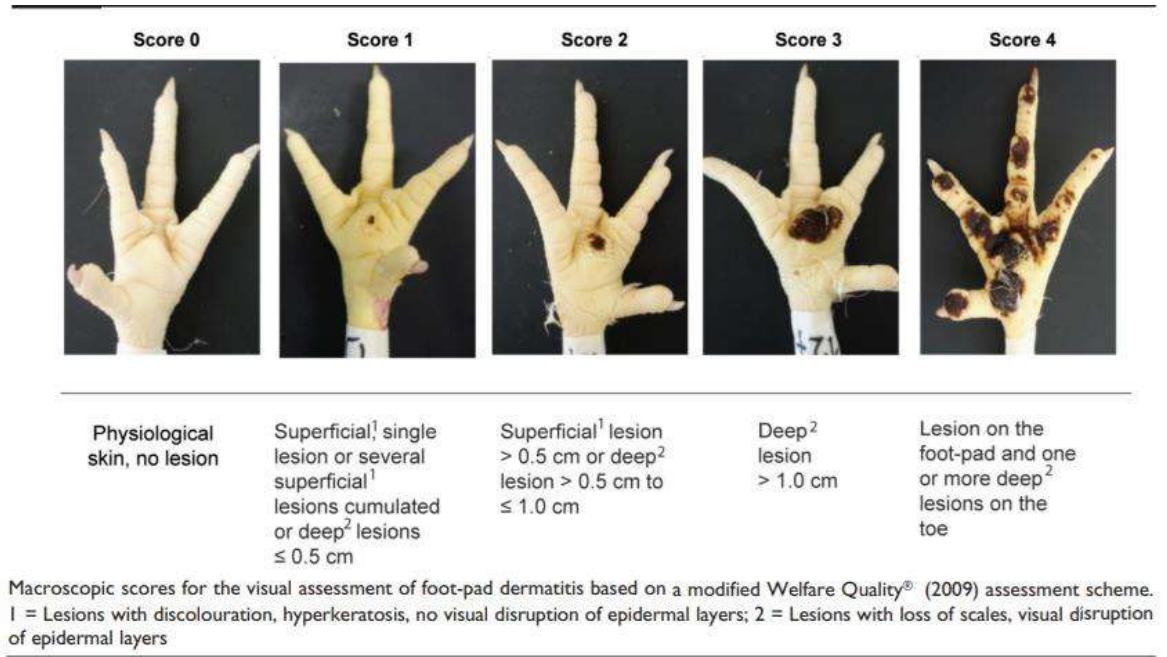
Toppel et al. (20219) mencionan que dermatitis plantar es una preocupación importante para la salud y el bienestar de las aves de corral en la Unión Europea.. Se ha demostrado que el manejo influye en la salud de las almohadillas plantares. Señala que la la salud de las almohadillas plantares podría utilizarse como un indicador adecuado para las condiciones zootécnicas y ambientales. Las autoridades europeas han especificado la

evaluación de la salud de las almohadillas plantares como una opción para la evaluación del bienestar de los pollos de engorde

Piller et al. (2023) mencionan que para la evaluación de las lesiones de la almohadilla plantar en aves no existe un sistema fijo y uniforme.

Michel et al. (2012) diseñaron un sistema de puntuación de lesiones de la almohadilla plantar que combina la observación de las lesiones macroscópicas con las microscópicas. Esta escala tiene cinco puntos (0) piel no afectada; (1) lesión temprana con hiperqueratosis leve y una leve alteración de la queratina en la queratina en la escala; (2) lesión intermedia con acantosis vascularidad e hiperqueratosis; (3) lesión avanzada con úlcera, costra serocelular y exudación de heterófilos; y (4) lesión avanzada con úlcera extensa, costra serocelular serocelular y tejido de granulación. Este sistema es el más usado en la actualidad (Figura 1)..

Figura 1
Valoración de lesiones de la almohadilla plantar en aves de carne



2.3. Definiciones conceptuales

Aceite esencial de orégano: Es un producto natural que se obtiene de las hojas y las flores de esta planta originaria del oeste de Eurasia y de la región mediterránea. Ayuda a prevenir y combatir una amplia variedad de problemas de salud debido a su alto contenido en ácido rosmarínico, carvacrol y timol.

Extracto de ajo y cebolla: Se obtiene mediante: Trituración, destilación al vapor, extracción Soxhlet, maceración, Extracción ultrasónica, centrifugación, reextracción con etanol y extracciones acuosas.

Antioxidante: Son compuestos sintetizados por las plantas en sus diferentes partes (frutos, hojas, ramas, raíces, etc.) caracterizados por poseer grupos hidroxilos (OH) unidos entre sí por anillos bencénicos. Su papel como reductor del estrés oxidativo previene el desarrollo de enfermedades tan graves como el cáncer, el infarto de miocardio, el ictus, los procesos neurodegenerativos y el sistema inmunológico.

Microbiota intestinal: Son comunidades microbianas complejas (bacterias, hongos, arqueas, protozoos y virus) dominadas por bacterias que juegan un papel importante en la nutrición, fisiología y desarrollo intestinal de las aves. La microbiota intestinal puede formar una barrera protectora al adherirse a las paredes epiteliales del enterocito y, por lo tanto, reducir la oportunidad de colonización de bacterias patógenas. Estas bacterias producen vitaminas, ácidos grasos de cadena corta, ácidos orgánicos, compuestos antimicrobianos, e inducen respuestas inmunitarias no patogénicas, que brindan nutrición y protección al animal.

Resistencia bacteriana: Es la capacidad de las bacterias de sobrevivir a los antibióticos, lo que dificulta el tratamiento de infecciones. Se produce por el uso indiscriminado de

antibióticos, Falta de control en los tratamientos, Mutaciones genéticas, Transferencia horizontal de genes de resistencia

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La administración de promotores de crecimiento fitogénicos en el agua de bebida están asociados con la presentación de lesiones en el cojinete plantar y rendimiento productivo en pollos de engorde.

2.4.2. Hipótesis específicas

La administración de Zinc + bacitracina en el agua de bebida está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde.

La administración de extracto de ajos y cebolla en el agua de bebida está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde.

La administración de aceite esencial de orégano en el agua de bebida está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde.

El peso vivo final está asociado con la presentación de lesiones en el cojinete plantar en pollos de engorde.

2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Tipos de variables, dimensiones e indicadores

Variable	Dimensión	Indicador	Tipo de variable
Independiente:	T0: Control	Dieta basal	
X:Promotores crecimiento	T1:Dieta basal + Zn bacitracina + Coccidiostato	0,5%	Nominal
	T2: Dieta basal + Extracto ajo y cebolla	1,5% en agua	
	T3: Dieta basal + Aceite esencial orégano	0,2% en agua	
Dependiente:			
Y1:Lesiones cojinete plantar	Grado de la lesión	0: sin lesión	Ordinal
		1: lesión simple menor 0,5cm	
		2: Lesión entre 0,5 a 1,0 cm	Ordinal
		3: lesión mayor a 1,0 cm	
Y2:Rendimiento productivo	Peso vivo final	4: Lesión en toda la superficie plantar	Ordinal
		kg	De razón

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Gestión del experimento

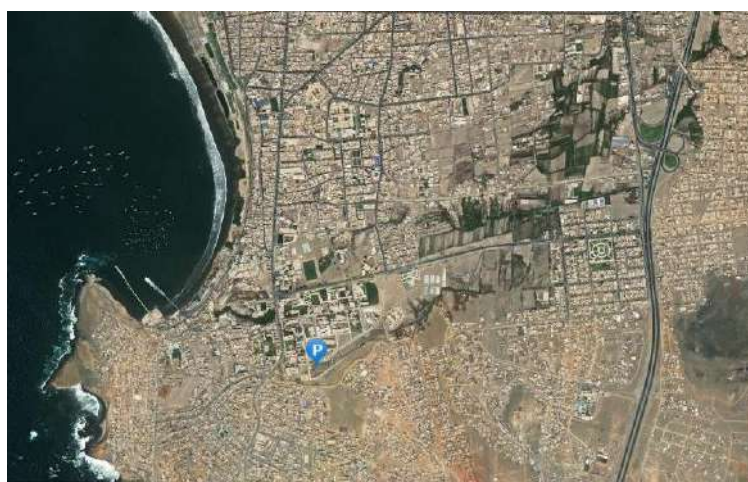
El estudio es de tipo experimental: porque se manipuló la variable independiente; Cuantitativo: los datos obtenibles son medibles y analítico: se buscó determinar si existe un efecto de la variable independiente sobre las variables dependientes.

3.2. Ubicación

La investigación se realizó en el galpón experimental de aves de la Universidad nacional José Faustino Sánchez Carrión, ubicado en el lado oeste de la ciudad universitaria, entre los meses de junio y julio del 2025. Coordenadas geográficas: -11.1029° Latitud S / -77.5843° Longitud W (Figura 1). Altitud 67 m, la temperatura ambiental promedio es de 20 °C y la humedad relativa 85%. 67 m altitud

Figura 2

Ubicación del galpón experimental de aves



3.3. Características del área experimental

El galpón se implementó con 20 corralitos de 1m² para alojar a 10 aves de cada replicación. Los pollitos BB se criaran con campanas calefactoras hasta los 15 días de edad, para mantener la temperatura del galpón a 32 ° C. Luego la regulación de la temperatura se realizó con el manejo de las cortinas, con la finalidad de mantener una temperatura de 22 °C. El suministro de alimento y agua se realizó en las mañana y en la tarde, de acuerdo al consumo del ave.

3.4. Tratamientos

Se utilizó 200 pollos machos de la línea genética Cobb 500 de un día de edad, los cuales se distribuyeron al azar en cuatro grupos de 50 animales cada uno. Cada grupo a su vez tuvo cinco replicaciones de 10 aves cada una. Los tratamientos fueron los siguientes:

T0. Control: Dieta básica de concentrado (sin coccidiostato ni APC)

T1. Dieta básica + 0,5% de Zn bacitracina (APC) + Coccidiostato (0,5% de clopidol)

T2. Dieta básica + 1,5 % de extracto de ajo y cebolla (proporciones iguales)

T3. Dieta básica + 0,2 % Aceite esencial de orégano (AEO)

El extracto de ajo y cebolla y el aceite esencial de orégano se suministraron en el agua de bebida.

Los ingredientes y el contenido nutricional de la dieta basal se muestran en la tabla 3.

3.5. Diseño experimental

Se empleará un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos, cada tratamiento con cinco replicaciones de 10 aves cada una. El modelo lineal matemático propuesto es:

$$Y = u + t_i + e_j$$

Donde:

Y_{ij} : Resultado que se pretende obtener

T_i : Tratamientos.... $i= 1,2,3,4$

E_j : error experimental

3.6. Variables a evaluar

3.6.1. Variable independiente

X: Promotores de crecimiento en la dieta

X1: Zn Bacitracina

X2: Extracto de ajo + cebolla

X3: Aceite esencial de orégano

3.6.2. Variable dependiente

Y1: Lesiones en el cojinete plantar

0: sin lesión

1: lesión simple menor 0,5 cm

2: Lesión entre 0,5 a 1,0 cm

3: lesión mayor a 1,0 cm

4: Lesión en toda la superficie plantar

Y2: Rendimiento productivo

Peso vivo final: Es el peso del ave a los 42 días de edad

3.7 Conducción del experimento

3.7.1. Manejo de las aves

El galpón se implementó con 20 corralitos de 1m² para alojar a 10 aves por cada replicación. Los pollitos BB se criaron con campanas calefactoras hasta los 15 días de edad, para mantener la temperatura del galpón a 32 °C. Luego la regulación de la temperatura se realizó con el manejo de las cortinas, con la finalidad de mantener una temperatura de 22 °C. El suministro de alimento y agua se realizó en la mañana y en la tarde, de acuerdo al consumo del ave.

3.7.2. Alimentación de las aves:

Se suministraron tres tipos de raciones, los cuales se detallan en la Tabla 3.

Tabla 2

Ingredientes y contenido nutricional de la dieta basal

Ingredientes, %	Etapa de crecimiento, días		
	0-11 d	12 - 28 d	29 - 42 d
Maíz	58,50	62,99	69,82
Torta de soya	21,30	18,71	15,89
Soya integral	10,90	11,60	9,89
Harina de pescado	5,70	3,54	-
Grasa hidrogenada	-	-	0,76
Fosfato dicálcico	1,50	1,48	1,86
Carbonato cálcico	1,00	0,95	0,99
Sal	0,20	0,26	0,34
DL metionina	0,30	0,23	0,17
HCl lisina	0,20	0,07	0,10
Cloruro de colina	0,10	0,04	0,04
Premix	0,10	0,10	0,10
Nutrientes			
Energía metabolizable, Mcal/kg	3,03	3,10	3,15
Proteína cruda, %	22,8	21,1	17,4
Grasa cruda, %	5,1	5,2	5,5
Fibra cruda, %	3,5	3,4	3,4
Lisina, %	1,31	1,21	0,95
Metionina más cistina, %	0,79	0,94	0,76
Calcio, %	1,00	0,90	0,85

Fósforo disponible, %	0,50	0,45	0,42
Sodio, %	0,16	0,16	0,15

3.7.3. Elaboración del extracto de ajo y cebolla

La preparación de los extractos alcohólicos se realizó siguiendo metodologías establecidas. Para el extracto de ajo, se maceraron 30 g de bulbo machacado en 1 L de alcohol etílico, manteniendo la mezcla en un recipiente sellado a temperatura ambiente durante 7 días (Chamgo, 2015). Para el extracto de cebolla, se maceraron 400 g de bulbo triturado en alcohol etílico al 95°, conservando el recipiente herméticamente cerrado en refrigeración (2-4 °C) durante 15 días (Sánchez, 2016). Posteriormente, ambos macerados se filtraron para obtener los extractos líquidos libres de residuos sólidos. La dosificación se realizó por vía oral, incorporando cada extracto al agua de bebida en una concentración final del 1,5% (v/v), la cual se ajustó según la fase productiva o la edad específica del lote de aves.

3.7.4. Aceite esencial de orégano

El AEO se adquirió del mercado, se buscó un producto puro. Se suministró en el agua de bebida, para tal fin se disolvió con un surfactante (Tween 20) para que pueda mezclarse con el agua. La mezcla fue la siguiente: 01 mL de AEO + 0,9 mL agua destilada, y 0,8 mL de sol. Tween 20 (surfactante). De esta solución, se tomó 2 mL y se mezcló con un litro de agua

3.7.5. Programa de vacunación

Los pollos se vacunaron al día de nacimiento contra las enfermedades de Mareck, Newcastle y Bursitis infecciosa aviar y a los 12 días de edad se aplicó la segunda dosis de

Newcastle y la primera dosis de las vacunas contra Bronquitis infecciosa y la segunda dosis de Bursitis infecciosa

3.7.6. Determinación de las lesiones del cojinete plantar de las aves:

La evaluación de las lesiones se realizó a los 36 días de edad. Se evaluarán la totalidad de las aves, luego del sacrificio. Los criterios para la valoración de las lesiones será el establecido por Nichols et al. (2012), donde establece una puntuación del 0= no lesión; 1: lesión leve menor 0,5cm; seleccionarán 05 aves de cada tratamiento; 2: lesión entre 0,5 a 1,0 cm; 3: lesión mayor 1,0 cm y; 4: lesión en toda la superficie plantar.

3.8. Técnicas para el procesamiento de la información

La prueba de Chi cuadrado se utilizó para determinar si existe asociación entre los tratamientos y las lesiones plantares.

La correlación de Spearman se utilizó para determinar si existe asociación entre el peso vivo final y las lesiones plantares

Para el análisis de los datos se utilizó el programa Minitab versión 19

IV- RESULTADOS

4.1. Presentación de lesiones plantares

La Tabla 3 muestra la presentación de lesiones plantares de acuerdo a la valoración establecida por Nichols et al. (2012), donde se observa que el 38,78% son lesiones leves y sólo el 1,78% corresponden a lesiones moderadas a severas.

Tabla 3

Valoración de las lesiones plantares¹, con cuatro tratamientos diferentes en pollos de engorde

Tratamientos	Total de patas	0: normal		1: leve		2 - 3: moderado – severo	
		n	%	N	%	N	%
T0: Control	101	62	61,38	37	36,64	2	1,98
T1: Zinc+bacitracina	88	47	53,42	37	42,04	4	4,54
T2: Aceite orégano	102	61	59,81	41	40,19	0	0,00
T3: Ajo y cebolla	101	63	62,37	37	36,64	1	0,09
Total	392	233	59,44	152	38,78	7	1,78

1: valoración lesiones plantares:

0: Sin lesiones, 1: lesiones leves, 2-3: lesiones moderadas-severas

La valoración de las lesiones podales se reagruparon por no cumplir con los supuestos de la prueba de Chi cuadrado (Tabla 3). Al calcular las frecuencias esperadas, se observa que 6 de las 16 celdas (37.5%) tienen valores esperados < 5 , y una celda (T1, severo) tiene un valor esperado de 0.25. Esto viola los supuestos del Chi-Cuadrado estándar

Por lo tanto, es necesario usar una prueba exacta o agrupar categorías. Dado que la variable es ordinal, se agrupó las categorías "moderado" y "severo" para cumplir con los supuestos, tal como se muestra en la Tabla 3.

Luego de la reagrupación, solo 2 de 12 celdas (16.7%) tienen valores esperados < 5 , lo cual es aceptable.

4.2. Contrastación de hipótesis I

H₀: No hay asociación entre el tipo de tratamiento y la severidad de las lesiones podales

H₁: Existe una asociación entre el tipo de tratamiento y la severidad de las lesiones podales

Los resultados de la prueba de Chi cuadrado fueron: ($\chi^2=7.405$, $gl=6$, $p=0.285$). Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que no existe evidencia estadística de una asociación significativa entre el tratamiento aplicado y la severidad de las lesiones plantares.

4.3. Prueba de Tendencia (Cochran – Armitage)

Para evaluar si existe una tendencia lineal en la severidad (si algún tratamiento incrementa/reduce la gravedad), se aplicó la prueba de tendencia:

La **prueba de tendencia de Cochran-Armitage** confirmó la ausencia de un patrón lineal o dosis-respuesta a medida que se avanza en la secuencia de tratamientos (desde el control hasta el ajo/cebolla). El valor Z de -0.0654 ($p > 0.05$) sugiere que no hay una tendencia creciente o decreciente clara en la eficacia de los tratamientos para reducir la incidencia de lesiones plantares.

4.4. Contrastación de hipótesis II

H₀: No hay una asociación entre el peso vivo final y el porcentaje de lesiones graves en pollos de engorde.

H₁: Existe una asociación entre el peso vivo final y el porcentaje de lesiones graves en pollos de engorde.

. La Tabla 4 muestra los pesos vivos de los cuatro tratamientos evaluados y la frecuencia de presentación de lesiones plantares en pollos de engorde:

Tabla 4

Valoración de las lesiones plantares¹, con cuatro tratamientos diferentes en pollos de engorde

Tratamientos	Peso vivo (g)	0: normal	1: leve	2 - 3: moderado - severo
T0: Control	2711 ± 46 ^b	62	37	2
T1: Zinc+bacitracina	2823 ± 35 ^a	47	37	4
T2: Aceite orégano	2862 ± 55 ^a	61	41	0
T3: Ajo y cebolla	2725 ± 102 ^b	63	37	1
P valor	0.011			

Para determinar si el peso vivo se relaciona con la presentación de las lesiones plantares en pollos de engorde se realizó la prueba de Correlación de Spearman, los datos se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Análisis de correlación de Spearman entre peso vivo y lesiones plantares en pollos de engorde

Variable	Peso vivo	Normal	Leve	Moderado-Severo
Peso vivo	1,000	-0.400	-0.258	0.400
Normal	-0.400	1,000	-0.258	-0.400
Leve	-0.258	-0.258	1,000	-0.775
Moderado-Severo	0.400	-0.400	-0.775	1,000

Los resultados indican que existe una correlación moderada negativa entre peso vivo y la presentación de lesiones normales y leves, y positiva con lesiones moderado-severas. Esto sugiere que un mayor peso podría estar asociado a mayor severidad de las lesiones, aunque no es estadísticamente significativo.

La correlación negativa fuerte (-0.77) indica que los tratamientos tienden a concentrarse en un tipo de lesión: cuando aumentan los casos severos, disminuyen los leves

El coeficiente de correlación de Spearman de $\rho = 0.4$ sugiere una correlación positiva moderada entre el peso vivo y el porcentaje de lesiones moderadas y severas. Sin embargo, debido al pequeño tamaño de muestra, esta correlación no es estadísticamente significativa

(valor $p > 0.05$). Por lo tanto, no se puede sustentar estadísticamente la relación entre peso vivo y lesiones plantares a nivel de tratamiento con los datos disponibles.

VI. DISCUSION

Los resultados del presente estudio, que evaluó el efecto de diferentes aditivos alimenticios (Zinc+Bacitracina, extracto Ajo/Cebolla, AEO) frente a un grupo control (T0) sobre la incidencia de lesiones plantares en pollos de engorde a los 36 días, indican que no existe una asociación estadísticamente significativa ($p > 0,05$) entre el tipo de tratamiento aplicado y la prevalencia de este tipo específico de lesión.

La prueba de chi-cuadrado de asociación, realizada para evitar el sesgo de las frecuencias esperadas bajas en las categorías más graves, arrojó un valor de $\chi^2 = 0.535$ ($p > 0.05$), muy por debajo del valor crítico necesario para rechazar la hipótesis nula (7.815). Esto significa que la distribución de pollos con lesiones plantares fue estadísticamente similar en todos los tratamientos, incluido el control.

Además, la prueba de tendencia de Cochran-Armitage confirmó la ausencia de un patrón lineal o dosis-respuesta a medida que se avanza en la secuencia de tratamientos (desde el control hasta el ajo/cebolla). El valor Z de -0.0654 ($p > 0.05$) sugiere que no hay una tendencia creciente o decreciente clara en la eficacia de los tratamientos para reducir la incidencia de lesiones leves.

El análisis de correlación de Spearman determinó que no existe asociación entre el peso vivo y la presentación de lesiones plantares en pollos de engorde. Sin embargo, existe una tendencia que sugiere que una mayor severidad de las lesiones plantares podría asociarse con una mayor peso vivo, pero requiere un mayor número de repeticiones para su confirmación.

Posibles Explicaciones Biológicas y Prácticas

Naturaleza Multifactorial de las Lesiones Podales: La salud podal en pollos de engorde es un fenómeno complejo influenciado por una multitud de factores ajenos a la dieta. Factores como la genética (la línea genética del pollo y su tasa de crecimiento), la cama (calidad, humedad, espesor), la ventilación y la densidad de población en el galpón son críticos. Es posible que el impacto de estos factores ambientales y de manejo fuera tan predominante que enmascaró o superó cualquier efecto potencial beneficioso de los aditivos dietéticos sobre las lesiones plantares (Bassler et al., (2013).

Efecto en Etapas o Gravedades Diferentes: Los aditivos probados podrían tener un efecto más pronunciado en la prevención de la progresión de las lesiones hacia categorías más graves (moderadas o severas) en lugar de en su incidencia inicial Salim et al., (2018) El bajo número de casos en las categorías moderado+severo (solo 7 en total) impide extraer conclusiones sólidas para estas categorías, pero es una hipótesis que merece ser explorada con muestras más grandes (Shepherd & Fairchild (2010).

Dosis y Biodisponibilidad: La eficacia de los fitogénicos (orégano, ajo/cebolla, AEO) depende en gran medida de la dosis, la calidad del extracto y su biodisponibilidad. Es posible que las concentraciones utilizadas en este estudio, aunque puedan tener otros beneficios (como antioxidantes o antimicrobiales generales), no fueran las óptimas para impactar significativamente en la salud podal (Hashemipour et al., (2013; Dhama et al., (2015)).

Criterios de bienestar animal: La alteración de la salud podal afecta el bienestar de las aves. Es necesario que la evaluación de lesiones plantares debería incorporarse como un indicador de bienestar en los sistemas de producción, complementando las métricas tradicionales de desempeño productivo (Allain et al., 2009).

El análisis de correlación de Spearman realizado entre el peso vivo promedio y la prevalencia de lesiones plantares moderadas y severas mostró una correlación positiva moderada ($\rho = 0.4$), aunque estadísticamente no significativa ($p > 0.05$). Este resultado debe interpretarse considerando las limitaciones del estudio, particularmente el reducido número de tratamientos ($n = 4$), que afecta sustancialmente la potencia estadística.

A pesar de la falta de significancia estadística, la tendencia observada coincide con lo reportado en la literatura científica. Numerosos estudios han documentado que tasas de crecimiento acelerado pueden ejercer mayor presión sobre el sistema musculo esquelético de las aves, particularmente en las almohadillas plantares, que pueden no desarrollarse al mismo ritmo que el aumento de peso corporal (Bradshaw et al., 2002).

La relación entre peso corporal y salud podal puede explicarse mediante varios mecanismos fisiológicos: Presión mecánica: Pollos con mayor peso vivo ejercen mayor presión sobre sus extremidades, lo que puede causar daño tisular y predisponer a lesiones plantares, especialmente cuando permanecen parados sobre camas húmedas o de mala calidad (Shepherd y Fairchild, 2010). Desarrollo óseo asincrónico: El rápido aumento de peso corporal puede superar la capacidad de desarrollo del sistema esquelético, resultando en alteraciones biomecánicas que afectan la distribución de peso en las patas (Angel, 2007). Metabolismo mineral: Mayores tasas de crecimiento pueden alterar el balance mineral, afectando especialmente la disponibilidad de micronutrientes cruciales para la integridad de la piel y tejido conectivo, como zinc, cobre y manganeso (Bao et al., 2007).

Es crucial reconocer las limitaciones de este estudio. El análisis a nivel de tratamiento (en lugar de individual) y el reducido número de unidades experimentales limitan la generalización de los resultados.

Implicaciones Prácticas

Estos resultados sugieren que, bajo las condiciones de este estudio, la inclusión de estos tratamientos específicos no puede ser recomendada como una estrategia única o principal para reducir la incidencia de lesiones plantares. Se debe seguir haciendo hincapié en el manejo integral, priorizando el control de la humedad de la cama, la densidad y la calidad del pienso base.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Los Tratamientos dietéticos evaluados son seguros y no mostraron efectos negativos, no se demostró que fueran superiores al control estándar en la reducción de la incidencia de lesiones plantares leves en pollos de engorde bajo las condiciones de esta investigación. Además, el peso vivo de las aves no se asoció con la presentación de lesiones plantares.

7.2. Recomendaciones

- Incluir más réplicas para aumentar la potencia estadística.
- Realizar investigaciones para determinar las dosis óptimas y protocolos de administración.
- Estudios a mayor escala que incluyan parámetros productivos y económicos permitirían una evaluación más comprehensiva del potencial de estas alternativas naturales.
- Medir peso y condición podal a nivel individual para permitir análisis más robustos.
- Realizar estudios longitudinales que capturen la dinámica temporal entre ganancia de peso y desarrollo de lesiones.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelli, N., Sola-Oriol, D., Pérez, J. F. (2021). Abdelli, N., Sola-Oriol, D., Pérez, J. F. (2021). Phytogetic feed additives for poultry: achievements, prospects, and challenges. *Animals*, 11(12), 3471. <https://doi.org/10.3390/ani11123471>
- Allain, V., Mirabito, L., Arnould, C., Colas, M., Le Bouquin, S., Lupo, C., & Michel, V. (2009). Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. *British Poultry Science*, 50(4), 407-417. <http://dx.doi.org/10.1080/00071660903110901>
- Angel, R. (2007). Metabolic disorders: limitations to growth of and mineral deposition into the broiler skeleton after hatch and potential implications for leg problems. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 138-149. <https://doi.org/10.1093/japr/16.1.138>
- Bao, Y. M., Choct, M., Iji, P. A., & Bruerton, K. (2007). Effect of organically complexed copper, iron, manganese, and zinc on broiler performance, mineral excretion, and accumulation in tissues. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(3), 448-455. <https://doi.org/10.1093/japr/16.3.448>
- Bassler, A. W., Arnould, C., Butterworth, A., Colin, L., De Jong, I. C., Ferrante, V., & Weeks, C. A. (2013). Potential risk factors associated with contact dermatitis, lameness, negative emotional state, and fear of humans in broiler chicken flocks. *Poultry Science*, 92(11), 2811-2826. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03208>
- Botsoglou, N. A., Christaki, Y., Fletouris, D. J., Florou-Paneri, P., & Spais, A. B. (2002). The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. *Meat Science*, 62(2), [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00256-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00256-X)

- Boussaada, T., Liani, A., y Guergueb, N. (2024). Prevalencia y factores que afectan la dermatitis plantar en pollos de engorde en el este de Argelia. *Serbiluz*, 34(1). <https://doi.org/10.52973/rcfcv-e34335>
- Bradshaw, R. H., Kirkden, R. D., & Broom, D. M. (2002). A review of the aetiology and pathology of leg weakness in broilers in relation to welfare. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 13(2), 45-103. [doi:10.3184/147020602783698421](https://doi.org/10.3184/147020602783698421)
- Brenes, A., & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1-2), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007>
- Castañón, J. I. R. (2007). History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science*, 86(11), 2466-2471. <https://doi.org/10.3382/PS.2007-00249>
- Cepero, R. (2015). *Valoración de la pododermatitis plantar y de los factores de riesgo implicados en diferentes problemas de bienestar animal en pollos de carne*. [Tesis de pregrado, Universidad de Zaragoza]. <https://zaguan.unizar.es/record/32260/files/TAZ-TFG-2015-3169.pdf?version=1>
- Chango, S., (2015). *Diferentes fuentes de polifenoles de Allium sativum var. Pekinense (ajo) con Allium cepa var. Red creole (cebolla) en el rendimiento productivo de pollitas Lohman Brown en cria y levante*. [Tesis. Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5224>.
- Cubero, P. M. J., Rivera, J., Ojal, J., Bernabé, A., y Atance, P. (2020). El ajo es un eficaz sustituto al uso de antibióticos para la alimentación avícola. *Albóitar: publicación veterinaria independiente*, 238,16-18.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7568238>

Dhama, K., Latheef, S. K., Mani, S., Samad, H. A., Karthik, K., Tiwari, R., ... & Joshi, S.

K. (2015). Multiple beneficial applications and modes of action of herbs in poultry health and production: A review. *International Journal of Pharmacology*, 11(3), 152-176. <https://www.imrpress.com/journal/ijp/11/3/10.3923/ijp.2015.152.176>

Fandiño-Doblado (2021). Identificación de las lesiones traumáticas que afectan la calidad y eficiencia de la canal en una planta de beneficio avícola, ubicada en el departamento de Santander, Colombia. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

<https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/e0ca625e-a3b2-4cd6-a4e5-91343b542bf9/content>

Hashemipour, H., Kermanshahi, A., Golian, T., & Veldkamp. (2013). Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(8), 2059-2069. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02685>

Jun Lin, J., Hunkapiller, A., Layton, A., Chang, Y., y Robbins, K. (2013). Respuesta de la microbiota intestinal a antibióticos promotores del crecimiento en pollos. *Patógenos y enfermedades transmitidas por alimentos*, 10(4), 331-7.

<https://doi.org/10.1089/fpd.2012.1348>

Malematja, E., Ambi, J. W., Chitura, T., Nemauluma, M. f. D., Kolobe, S. D., Manyelo, T.

G. (2022). Onion meal and onion extracts (*allium cepa* l.) as natural growth promoters for use in poultry production: a review. *Applied Ecology and Enviromental Research*, 20(1):383-396.

http://dx.doi.org/10.15666/aeer/2001_383396

Mananay, E. (2023). *Evaluación del uso de extracto de ajo y cebolla en el agua de bebida como promotor de crecimiento en pollos de carne*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo].

<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/12083>

Michel V, Prampart E, Mirabito L, Allain V, Arnould C, Huonnic D, Le Bouquin S and Albaric, O. (2012). Histologically validated footpad dermatitis scoring system for use in chicken processing plants. *British Poultry Science* 53, 275-281.

<https://doi.org/10.1080/00071668.2012.695336>

Miljković, B., Škrbić, ZPavlovski, Z., Lukić, M., Zetić, V., Kureljušić, B., & Petričević V. (2012). Foot-pad dermatitis in commercial broilers. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28(4),835-843. <https://doi.org/10.2298/BAH1204835M>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], (2023). *Boletín Estadístico Mensual de la Producción y Comercialización de Productos Avícolas N° 12*.

<https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/4024332-boletin-estadistico-mensual-el-agro-en-cifras-2023>

Nunez, F. (2020). Lesiones de la almohadilla plantar en pollos. *AviNews*.

<https://avinews.com/lesiones-de-almohadilla-plantar-en-pollos/>

Pérez-Hernández, (2023). *Incidencia de pododermatitis en pollos de engorde comercializados en el mercado de abasto de Chincha* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Luís de Gonzaga].

<https://repositorio.unica.edu.pe/items/0a7c3fbb-2737-4809-8a3d-d3bbcf86ae6>

Piller, A., Bergmann, S., Schawrzner, A., Erhard, M., Stracke, J., Spindler, B., Kemper, N., Schmidt, P., Bachmeier., Schade, B., Boehm, B., Kappe, E., & Louton, H. (2020).

- Validation of histological and visual scoring systems for foot-pad dermatitis in broiler chickens. *Animal Welfare*, 29, 185-196. [doi: 10.7120/09627286.29.2.185](https://doi.org/10.7120/09627286.29.2.185)
- Rahman, M., Fliss, I. and Biron, É. (2022). Insights in the Development and Uses of Alternatives to Antibiotic Growth Promoters in Poultry and Swine Production. *Antibiotics*, 11. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11060766>.
- Ruan, D., Fan, Q., Fouad, A. M, Sun, Y., Huang, S., Wu, A., Lin, C., Kuang, Z, Zhang, C., Jiang, S. (2021). Effects of dietary oregano essential oil supplementation on growth performance, intestinal antioxidative capacity, immunity, and intestinal microbiota in yellow-feathered chickens. *Journal of Animal Science*, 99(2), 3033-3043. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7918158/>
- Salim, H., Huque, K., Kamaruddin, K. y Beg, A. (2018). Global restriction of using antibiotic growth promoters and alternative strategies in poultry production. *Science Progress*, 101, 52-75. <https://doi.org/10.3184/003685018X15173975498947>
- Samchez, M., (2016). Aceites esenciales y fenoles de *Allium cepa* Var. *Red creole* (cebolla morada) en la producción de pollos broiler. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5322>
- Shepherd, E. M., & Fairchild, B. D. (2010). Footpad dermatitis in poultry. *Poultry Science*, 89(10), 2043-2051. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00770>
- Toppel, K., Spindler, B., Kaufmann, F., Gauly, M., Kemper, N., & Andersson, R. (2019). Foot Pad Health as Part of On-Farm-Monitoring in Turkey Flocks. *Frontiers in Veterinary Science*, 6. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00025>

ANEXOS

Anexo 1. Cálculo del estadístico chi cuadrado para relacionar tratamientos con grado de severidad de lesiones podales

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad \chi^2 = \sum E_{ij} \left(\frac{O_{ij} - E_{ij}}{E_{ij}} \right)^2$$

donde O_{ij} es la frecuencia observada y E_{ij} es la frecuencia esperada.

Cálculo paso a paso:

Celda	O_{ij}	E_{ij}	$(O_{ij} - E_{ij})^2 / E_{ij}$	$E_{ij} (O_{ij} - E_{ij})^2 / E_{ij}^2$
T0-Normal	62	60.04	$(1.96)^2 / 60.04 \approx 0.064$	$(1.96)^2 / 60.04 \approx 0.064$
T0-Leve	37	39.19	$(2.19)^2 / 39.19 \approx 0.122$	$(2.19)^2 / 39.19 \approx 0.122$
T0- Mod+Sev	2	1.77	$(0.23)^2 / 1.77 \approx 0.030$	$(0.23)^2 / 1.77 \approx 0.030$
T1-Normal	47	52.33	$(5.33)^2 / 52.33 \approx 0.543$	$(5.33)^2 / 52.33 \approx 0.543$
T1-Leve	37	34.14	$(2.86)^2 / 34.14 \approx 0.240$	$(2.86)^2 / 34.14 \approx 0.240$
T1- Mod+Sev	4	1.53	$(2.47)^2 / 1.53 \approx 3.990$	$(2.47)^2 / 1.53 \approx 3.990$
T2-Normal	61	60.66	$(0.34)^2 / 60.66 \approx 0.002$	$(0.34)^2 / 60.66 \approx 0.002$
T2-Leve	41	39.58	$(1.42)^2 / 39.58 \approx 0.051$	$(1.42)^2 / 39.58 \approx 0.051$
T2-Mod+Sev	0	1.76	$(1.76)^2 / 1.76 \approx 1.760$	$(1.76)^2 / 1.76 \approx 1.760$
T3-Normal	63	60.04	$(2.96)^2 / 60.04 \approx 0.146$	$(2.96)^2 / 60.04 \approx 0.146$
T3-Leve	37	39.19	$(2.19)^2 / 39.19 \approx 0.122$	$(2.19)^2 / 39.19 \approx 0.122$
T3-Mod+Sev	1	1.77	$(0.77)^2 / 1.77 \approx 0.335$	$(0.77)^2 / 1.77 \approx 0.335$

Suma total:

$$\begin{aligned} \chi^2 &= 0.064 + 0.122 + 0.030 + 0.543 + 0.240 + 3.990 + 0.002 + 0.051 + 1.760 + 0.146 + 0.122 + 0.335 = 7.405 \\ \chi^2 &= 0.064 + 0.122 + 0.030 + 0.543 + 0.240 + 3.990 + 0.002 + 0.051 + 1.760 + 0.146 + 0.122 + 0.335 = 7.405 \end{aligned}$$

5. Grados de Libertad

$$gl = (\text{filas} - 1) \times (\text{columnas} - 1) = (4 - 1) \times (3 - 1) = 3 \times 2 = 6$$
$$gl = (\text{filas} - 1) \times (\text{columnas} - 1) = (4 - 1) \times (3 - 1)$$
$$= 3 \times 2 = 6$$

6. Valor Crítico y Decisión

- Para $gl=6$ y $\alpha=0.05$, el valor crítico de la tabla chi-cuadrado es 12.592.
- Como $\chi^2_{\text{calculado}} = 7.405 < 12.592$, no se rechaza H_0 .

7. Valor p

- El valor p asociado a $\chi^2 = 7.405$ con $gl=6$ es aproximadamente 0.285.
- Dado que $p > 0.05$, se confirma que no hay evidencia suficiente para rechazar H_0 .

Anexo 2. Cálculo del coeficiente de Spearman (ρ)

El coeficiente de correlación de Spearman se calcula mediante la fórmula:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad \rho = \frac{1 - n(n^2 - 1) \sum d^2}{6}$$

Donde $n=4$ (número de pares de datos).

$$\rho = 1 - \frac{6 \times 64}{4(4^2 - 1)} = 1 - \frac{364}{16 - 1} = 1 - \frac{364}{15} = 1 - \frac{3660}{15} = 1 - 0.6 = 0.4$$
$$\rho = \frac{1 - 4(4^2 - 1) \times 6}{6} = \frac{1 - 4 \times 15 \times 6}{6} = \frac{1 - 6036}{6} = 1 - 0.6 = 0.4$$

Prueba de Significancia Estadística

Para determinar si el valor de ρ es estadísticamente significativo, se calcula el estadístico t con $n-2$ grados de libertad:

$$t = \frac{\rho \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-\rho^2}}$$
$$t = \frac{0.4 \sqrt{4-2}}{\sqrt{1-(0.4)^2}} = \frac{0.4 \sqrt{2}}{\sqrt{1-0.16}} = \frac{0.4 \times 1.414}{\sqrt{0.84}} = \frac{0.5656}{0.9165} \approx 0.617$$

Con 2 grados de libertad ($gl = n-2 = 2$), el valor crítico de t para una prueba de dos colas con $\alpha = 0.05$ es aproximadamente ± 4.303 (según la tabla t de Student). El valor calculado de $t = 0.617$ es menor que 4.303, por lo que no se rechaza la hipótesis nula.

El valor p asociado a $t = 0.617$ con 2 gl es mayor que 0.5 (usando una calculadora de distribución t), lo que indica que no hay significancia estadística.