

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Evaluación del uso de antibióticos convencionales y aditivos naturales, sobre parámetros productivos y sanitarios en pollos de engorda (*Gallus gallus domesticus*) línea cobb

Por:

Mariana López Loera

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Evaluación del uso de antibióticos convencionales y aditivos naturales, sobre parámetros productivos y sanitarios en pollos de engorda (*Gallus gallus domesticus*) línea cobb

Por:

Mariana López Loera

TESIS

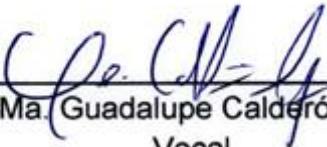
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


Dra. Dalia Ivette Cafrillo Moreno
Presidente


MC. Julieta Ziomara Ordoñez Morales
Vocal


Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
Vocal


Dra. Jessica María Flores Salas
Vocal suplente


MC. José Luis Francisco Sandoval Elias
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Evaluación del uso de antibióticos convencionales y aditivos naturales,
sobre parámetros productivos y sanitarios en pollos de engorda (*Gallus*
gallus domesticus) línea cobb

Por:

Mariana López Loera

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

15000

Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Asesor principal

G. Calderón
Dra. Ma. Guadalupe Calderón Leyva
Coasesor

JZM
MC. Julieta Ziomara Ordoñez Morales
Coasesor

JLSE
MC. José Luis Francisco Sandoval Elias
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2025

COORDINACIÓN DE LA
DIVISIÓN REGIONAL
DE CIENCIA ANIMAL

DEDICATORIAS

Dedicada a toda mi familia, cuyo amor y esfuerzo han sido mi mayor inspiración para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre, Aaron Lopez, que siempre me ha motivado con su esfuerzo y ejemplo constante a seguir adelante a pesar de cualquier adversidad.

A mi madre, Maricruz Loera, por educarme con su amor y palabras de aliento el cual me ha enseñado a ser siempre un ser humano de valor y amor.

A mis hermanas, Sharon y Lesly Lopez Loera, que con su cariño y compañía han estado a mi lado en este viaje llamado vida.

A mi novio, Ramon Sierra, por creer en mi incluso en los momentos que dudaba de mi misma y por su apoyo incondicional.

A la vida, por permitirme conocer personas maravillosas a lo largo de mi carrera, por darme la oportunidad de estudiar y culminar algo que anhelaba, y por brindarme nuevas oportunidades y grandes experiencias.

A Dios, por regalarme salud, amor y fortaleza necesaria para llegar hasta aquí.

ÍNDICE

Índice de figuras.....	v
Índice de cuadros.....	vi
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Hipótesis	3
1.2 Objetivo.....	3
1.2.1 Objetivos específicos:	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Producción de pollo de engorda a nivel internacional	4
2.2 Situación actual de la avicultura en México.....	5
2.3 Producción Nacional de pollo de engorda (Méjico)	6
2.4 Producción regional de pollo de engorda (Coahuila).....	7
2.5 Uso de antibióticos en la avicultura.....	8
2.6 Resistencia bacteriana.....	8
2.7 Alternativas naturales al uso de antibióticos.....	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Ubicación y duración del experimento.....	12
3.2 Condiciones de manejo y bioseguridad.....	12
3.4 Grupos experimentales	13
3.5 Tratamientos	13
3.6.1 Ganancia de peso corporal (g/ave).....	15
3.6.2 Coeficiente de variación (CV)	16
3.6.3 Grado de bacteria por grupo	16
3.6.4 Presencia de signos clínicos	17
3.6.5 Mortalidad.....	19
3.6.7 Análisis estadísticos	21
4. RESULTADOS	22

4.1 Peso corporal promedio y coeficiente de variación (CV)	22
4.2 Grado de presencia bacteriana	22
4.3 Hallazgos de necropsia.....	23
4.4 Mortalidad por grupo.....	25
4.5 Tiempo de consumo de agua medicada	26
5. DISCUSIÓN	28
6. CONCLUSIÓN.....	32
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	33

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de trabajo	15
Figura 2 Comparación de peso promedio y coeficiente de variación entre los grupos experimentales evaluados durante 10 días	23
Figura 3 Porcentaje de presencia bacteriana para los diferentes grupos con antibióticos y aditivos naturales en pollo de engorde de la línea Cobb evaluados durante 10 días	24
Figura 4 Comparación del tiempo de consumo de agua entre grupos	27

Índice de cuadros

Cuadro 1 Distribución de los grupos experimentales, utilizando diferentes antibióticos, productos alternativos y grupo testigo	13
Cuadro 2 Dosis utilizada para cada tipo de tratamiento durante el periodo experimental, a razón de 30 litros de agua.....	14
Cuadro 3 Evaluación de presencia de signos clínicos para cada grupo experimental y testigo, evaluados durante los diez días que duro el experimento	18
Cuadro 4 Evaluación de presencia de lesiones patológicas durante la inspección post mortem, en cada grupo experimental	20
Cuadro 5 Efecto del uso de antibióticos y aditivos naturales sobre el peso (g) y coeficiente de variación (%), en pollos de engorde de 1 a 10 días de edad de la línea Cobb.	22
Cuadro 6 Efecto del uso de antibióticos y aditivos naturales sobre la presencia de bacterias, en pollos de engorde de 1 a 10 días de edad de la línea Cobb.....	24
Cuadro 7 Porcentaje de incidencia de lesiones por grupo	25
Cuadro 8 Efecto del uso de antibióticos y aditivos naturales sobre el porcentaje de mortalidad en pollos de engorde de 1 a 10 días de edad de la línea Cobb	26
Cuadro 9 Efecto del uso de antibióticos y aditivos naturales sobre el tiempo de consumo de agua tratada en pollos de engorde de 1 a 10 días de edad de la línea Cobb	27

RESUMEN

En los últimos años, la avicultura ha enfrentado un reto creciente: el uso excesivo de antibióticos contribuye al problema global de la resistencia bacteriana. Esto ha llevado a buscar nuevas alternativas que sean más seguras, en este contexto, los aditivos naturales como el carvacrol y el orégano han despertado interés por sus efectos positivos en la salud intestinal y su potencial antimicrobiano.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintos antibióticos convencionales y aditivos naturales sobre parámetros productivos y sanitarios en pollos de engorda de la línea Cobb.

La prueba se realizó bajo condiciones de campo, en la granja Avícola Tres Amigos, ubicada en Gómez Palacio, Durango, aplicando medidas estrictas de bioseguridad. Un total de 22,071 aves, divididas en once grupos de tratamiento y un grupo control. Cada grupo recibió un antibiótico específico como T1 (doxiciclina), T2 (florfenicol), T3 (florfenicol), T4 (amoxicilina), T5 (fosfomicina), T6 (oxitetraciclina), T7 (enrofloxacina), T8 (tilosina con fosfomicina), T9 (norfloxacina), o un aditivo natural (T10 (carvacrol), T11 (orégano) y el TT (tratamiento testigo) no fue medicado. El experimento tuvo una duración de 10 días durante ese tiempo se registraron variables como la mortalidad, el tiempo de consumo de agua medicada, el peso final de las aves, la uniformidad del lote (medida con el coeficiente de variación), la presencia de bacterias al final del tratamiento y las lesiones encontradas en necropsias.

Los T2, T8 y T11 presentaron un índice de mortalidad significativamente menor en comparación con otros tratamientos ($p \leq 0.05$), lo que sugiere una mayor eficacia para prevenir procesos infecciosos durante el experimento. Además, el tratamiento con Caracol destacó por su uniformidad en el crecimiento de las aves ($p \leq 0.05$), aspecto deseable en sistemas de producción intensiva. Respecto a la carga bacteriana, el T3 fue el único que no presentó presencia de ninguna de las bacterias evaluadas, con diferencia significativa frente a los demás grupos ($p \leq 0.05$).

En conclusión, los aditivos naturales como el carvacrol y el orégano demostraron tener un buen desempeño, lo que sugiere que podrían ser una opción real para sustituir parcialmente a los antibióticos tradicionales en la producción avícola. Además, se reafirma la eficacia del florfenicol frente a infecciones respiratorias y bacterianas. Estos resultados aportan evidencia valiosa para avanzar hacia una producción de pollo más responsable, enfocada en la salud pública, el bienestar animal y la sostenibilidad del sistema productivo.

Palabras clave: Microbiota intestinal, Palatibilidad, Uniformidad del lote, Necropsia aviar, Fitobioticos

1. INTRODUCCIÓN

La avicultura se ha consolidado como una de las principales actividades agropecuarias a nivel mundial, debido a su creciente papel en la producción de alimentos de origen animal (FAO, 2021). En el caso de México, esta industria representa un pilar esencial del sector pecuario, al contribuir con más del 60 % de la proteína animal consumida en el país, además de generar millones de empleos tanto directos como indirectos (UNA, 2023). Dentro de esta dinámica, el pollo de engorda se ha posicionado como la principal fuente de carne blanca, gracias a su eficiencia alimenticia, rápida tasa de crecimiento, bajo costo de producción y alta aceptación entre los consumidores (OECD/FAO, 2021).

Sin embargo, el aumento sostenido en la demanda de productos avícolas ha llevado a una mayor intensificación de los sistemas de producción, lo que también ha traído consigo importantes desafíos sanitarios (Díaz-Sánchez *et al.*, 2015). El uso de antibióticos ha sido durante décadas una herramienta clave para prevenir y tratar enfermedades bacterianas, respiratorias y digestivas en las aves (Díaz-Sánchez *et al.*, 2015). No obstante, su uso excesivo o inapropiado ha generado efectos colaterales preocupantes, como el desarrollo de cepas bacterianas resistentes, la presencia de residuos en productos cárnicos y el desequilibrio de la microbiota intestinal (Díaz-Sánchez *et al.*, 2015).

Ante este panorama, ha surgido la necesidad de buscar alternativas que permitan reducir o sustituir el uso de antibióticos sin comprometer la salud y el rendimiento productivo de las aves (Gadde *et al.*, 2017). Dentro de estas estrategias, destacan los aditivos naturales como los aceites esenciales (carvacrol, orégano), extractos de plantas, probióticos y ácidos orgánicos: Estas sustancias han demostrado poseer propiedades antimicrobianas, inmunoestimulantes y moduladoras de la microbiota intestinal, lo cual las convierte en opciones viables y sustentables para sistemas de producción libres de antibióticos (El-Shall *et al.*, 2022).

En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de distintos antibióticos convencionales y aditivos naturales sobre parámetros

productivos, estado sanitario y carga bacteriana en pollos de engorda de la línea Cobb.

1.1 Hipótesis

Se plantea que el uso de aditivos naturales, como el carvacrol y el aceite de orégano, incorporados en el agua de bebida, puede llegar a generar efectos en parámetros productivos como la ganancia de peso y la uniformidad del lote; en aspectos sanitarios como la reducción de la mortalidad y el grado de infección bacteriana; así como en el comportamiento, evaluado mediante el tiempo de consumo del tratamiento en pollos de engorda.

1.2 Objetivo

Evaluar el efecto de distintos antibióticos convencionales y aditivos naturales administrados a través del agua de bebida sobre parámetros productivos, sanitarios y de comportamiento en aves de engorda de la línea Cobb.

1.2.1 Objetivos específicos:

- 1- Comparar la ganancia de peso corporal de las aves tratadas con diferentes antibióticos y aditivos naturales durante el periodo experimental.
- 2- Evaluar la uniformidad del crecimiento dentro de cada grupo experimental mediante el coeficiente de variación (CV).
- 3- Determinar el grado de infección bacteriana en los diferentes grupos mediante necropsias y análisis clínico-patológicos.
- 4- Registrar la presencia de signos clínicos en las aves para identificar efectos adversos o beneficiosos asociados a cada tratamiento.
- 5- Cuantificar la mortalidad diaria y acumulada por grupo para relacionar la con el tratamiento adquirido.
- 6- Medir el tiempo de consumo del medicamento por grupo como indicador de aceptación y palatibilidad de los tratamientos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción de pollo de engorda a nivel internacional

La producción de carne de pollo ha experimentado un crecimiento sostenido en las últimas décadas, posicionándose como una de las principales fuentes de proteína animal a nivel global (FAO, 2021). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la carne de ave representa actualmente más del 38 % del total de carnes producidas en el mundo, superando incluso a la carne de cerdo y de res (FAO, 2021).

Entre los mayores productores de pollo a nivel internacional destacan países como Estados Unidos, Brasil, China e India. Estos países han logrado consolidar una industria avícola altamente tecnificada, basada en sistemas intensivos de producción, genética especializada, manejo eficiente de la alimentación y un alto grado de automatización en sus granjas (USDA, 2023). En este contexto, Estados Unidos lidera las exportaciones de carne de pollo a nivel mundial, mientras que Brasil se ha consolidado como el principal proveedor para mercados asiáticos y europeos (USDA, 2023).

Este crecimiento global se explica por varios factores. Uno de los más relevantes es el bajo costo relativo de producción del pollo en comparación con otras carnes, lo que lo convierte en una opción más accesible para los consumidores. Además, su elevada eficiencia en la conversión alimenticia, su versatilidad culinaria y su bajo contenido de grasa han favorecido su demanda tanto en países desarrollados como en economías emergentes (OECD/FAO, 2023).

La expansión internacional de la industria avícola también ha estado acompañada de importantes avances en genética, sanidad, nutrición y manejo ambiental, lo cual ha permitido responder de forma efectiva a las exigencias del mercado y a los desafíos sanitarios globales. No obstante, este desarrollo también ha traído consigo retos relacionados con la sostenibilidad, la resistencia antimicrobiana y las

regulaciones sobre bienestar animal, lo que ha motivado una búsqueda activa de alternativas más responsables dentro del sistema productivo (OECD/FAO, 2023).

2.2 Situación actual de la avicultura en México

En México, la avicultura se ha convertido en una de las actividades agropecuarias con mayor crecimiento sostenido y relevancia estratégica dentro del sector primario. Esta industria representa aproximadamente el 63 % del volumen total de la producción pecuaria del país, siendo clave en la producción de carne de pollo, huevo para plato y carne de pavo (UNA, 2023). Desde el punto de vista económico, aporta más del 35 % del valor total de la producción pecuaria nacional, lo que la consolida como uno de los pilares más importantes de la agroindustria mexicana (SIAP, 2023). Durante el año 2023, México alcanzó una producción estimada de 3.9 millones de toneladas de carne de pollo, con un consumo per cápita de 34.8 kilogramos por habitante, posicionándose como uno de los principales consumidores de esta proteína a nivel global (UNA, 2023). En cuanto a huevo, la producción nacional fue de 3.2 millones de toneladas, con un consumo promedio de 23.6 kilogramos por persona, lo que ubica a México como el mayor consumidor de huevo en el mundo (OECD/FAO, 2023). Entre los principales estados productores de pollo de engorda destacan Jalisco, Veracruz, Aguascalientes, Querétaro, Puebla y Durango. Este último sobresale en la región norte por su infraestructura avícola y su elevada capacidad de salida comercial (SIAP, 2023).

A pesar de estos logros, el sector enfrenta retos importantes, especialmente en lo que respecta al control sanitario. Enfermedades como la influenza aviar, el Newcastle, la colibacilosis y la salmonelosis continúan siendo amenazas que pueden generar pérdidas económicas considerables (SENASICA, 2023). A esto se suma la creciente preocupación global por la resistencia antimicrobiana, lo cual ha generado presión sobre la industria para disminuir el uso de antibióticos promotores de crecimiento y adoptar prácticas de producción más responsables (Díaz-Sánchez *et al.*, 2015). En respuesta, muchas empresas avícolas han comenzado a utilizar alternativas como los fitobióticos, probióticos y aceites esenciales, además de

fortalecer la bioseguridad, trazabilidad y el bienestar animal como parte de un enfoque integral hacia la sostenibilidad (Díaz-Sánchez *et al.*, 2015).

La industria avícola mexicana ha demostrado una notable capacidad de adaptación, incorporando tecnología avanzada, automatización en los procesos y mejoras genéticas, lo que le ha permitido conservar su competitividad en el mercado internacional. Aunque México es un importador neto de carne de pollo, especialmente desde Estados Unidos y Brasil, el impulso hacia la autosuficiencia alimentaria continúa siendo un tema prioritario en la agenda agropecuaria nacional (FAO, 2022). Además, el sector ha comenzado a involucrarse en iniciativas orientadas a la sostenibilidad ambiental, centradas en la reducción de emisiones, el uso eficiente del agua y un manejo más adecuado de los residuos orgánicos, aunque todavía existen desafíos importantes en zonas rurales con menor acceso a tecnología (FAO, 2022).

2.3 Producción Nacional de pollo de engorda (México)

La avicultura ocupa un lugar destacado dentro del sector pecuario mexicano, consolidándose como una de sus principales actividades económicas y productivas. Lo que informa según datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en el año 2022 México produjo más de 3.8 millones de toneladas de carne de pollo, lo que lo posiciona como el sexto productor a nivel mundial (SIAP, 2023).

Entre los estados con mayor volumen de producción se encuentran Veracruz, Jalisco, Querétaro, Puebla y Guanajuato, regiones que cuentan con infraestructura desarrollada, acceso a insumos estratégicos y una fuerte integración comercial (SIAP, 2023). El consumo per cápita de carne de pollo en el país supera los 34 kilogramos por habitante al año, lo que convierte a esta carne en la principal fuente de proteína animal en la dieta de los mexicanos (UNA, 2022).

La industria avícola mexicana ha logrado mantenerse competitiva en el escenario internacional gracias a la implementación de sistemas tecnificados que han permitido avances en áreas clave como la sanidad, la nutrición balanceada y la

genética. Sin embargo, el sector enfrenta aún importantes retos, entre ellos el encarecimiento de insumos, la aparición de enfermedades emergentes, y una creciente presión regulatoria relacionada con el uso de antibióticos y las demandas del consumidor en materia de inocuidad y bienestar animal (SENASICA, 2023). A pesar de estas dificultades, la industria continúa evolucionando y adaptándose a las nuevas condiciones del mercado global, con una tendencia clara hacia modelos de producción más responsables, sostenibles y tecnológicamente avanzados.

2.4 Producción regional de pollo de engorda (Coahuila)

Ubicado en el norte del país, el estado de Coahuila se ha consolidado como un actor importante dentro de la producción avícola de la región noreste de México. De acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2023), durante el año 2022, Coahuila generó más de 75,000 toneladas de carne de pollo, destacando por su adopción de sistemas de producción semi-intensivos y el crecimiento sostenido de empresas locales integradas (SIAP, 2023).

La actividad avícola en el estado se concentra principalmente en los municipios de Torreón, Matamoros y San Pedro de las Colonias, donde existe infraestructura básica para llevar a cabo procesos de engorda, procesamiento y distribución. Estas zonas han mostrado un desarrollo progresivo en la cadena productiva, facilitado por el acceso a servicios logísticos, técnicos y comerciales (SIAP, 2023).

En los últimos años, se ha registrado un incremento en el uso de aditivos naturales como parte de estrategias de producción más responsables, impulsadas por una creciente demanda de los consumidores por productos libres de antibióticos y con un perfil sanitario más seguro (UNA, 2022). Este cambio de enfoque responde no solo a exigencias de mercado, sino también a los avances en investigación sobre alternativas sustentables en la nutrición y sanidad aviar.

La posición geográfica de Coahuila ofrece ventajas estratégicas, ya que permite una estrecha vinculación con los estados vecinos de Durango y Nuevo León, facilitando el intercambio de genética, tecnología e insumos. Además, su proximidad a la

frontera norte abre oportunidades comerciales importantes, para exportar productos hacia Estados Unidos (SIAP,2023).

2.5 Uso de antibióticos en la avicultura

Durante décadas, el uso de antibióticos ha sido una práctica común y fundamental en la producción avícola, ya que permite controlar enfermedades infecciosas, mejorar la eficiencia alimenticia y favorecer el crecimiento de las aves (Gadde *et al.*, 2017). Estos medicamentos han sido aplicados tanto con fines terapéuticos como profilácticos, y en algunos casos como promotores de crecimiento para optimizar el rendimiento zootécnico (Castanon, 2007).

Entre los antibióticos más utilizados en la avicultura se encuentran la doxiciclina, tirosina, enrofloxacina, amoxicilina, florfenicol y fosfomicina. Cada uno de estos actúa mediante diferentes mecanismos, como la inhibición de la síntesis proteica, la interferencia en la replicación del ADN o el daño a la integridad de la pared celular bacteriana (Castanon, 2007; Landoni & Albarellos, 2015).

Sin embargo, el uso intensivo y, en ocasiones, inadecuado de estos compuestos ha contribuido al surgimiento de un problema global: la resistencia antimicrobiana. Esta situación ha sido reconocida como una amenaza seria para la salud pública, ya que las bacterias resistentes pueden transmitirse al ser humano a través del consumo de carne contaminada o por contacto directo con animales portadores (WHO, 2015; Van Boeckel *et al.*, 2015).

Además, se han identificado residuos de antibióticos en productos cárnicos, lo que genera preocupaciones adicionales sobre la inocuidad alimentaria e impulsa el endurecimiento de las regulaciones en torno a los tiempos de retiro y el uso permitido de determinados antibióticos en la industria avícola (Tang *et al.*, 2017).

2.6 Resistencia bacteriana

La resistencia bacteriana es un proceso mediante el cual ciertas bacterias desarrollan mecanismos que les permiten sobrevivir a la acción de los antibióticos,

volviendo ineficaces tratamientos que antes eran efectivos. Este fenómeno ha sido ampliamente documentado tanto en medicina humana como veterinaria, y hoy representa una de las mayores amenazas para la salud pública y la seguridad alimentaria a nivel mundial (WHO, 2015).

En el contexto de la producción avícola, el uso constante de antibióticos ya sea con fines terapéuticos, preventivos o como promotores de crecimiento, ha contribuido significativamente a la aparición y propagación de cepas bacterianas resistentes. Entre los microorganismos más afectados se encuentran *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. y *Clostridium perfringens*, los cuales han mostrado patrones crecientes de resistencia a múltiples antimicrobianos (Landoni & Albarellos, 2015; Tang *et al.*, 2017).

Las bacterias pueden desarrollar resistencia mediante diversos mecanismos, entre ellos la producción de enzimas inactivadoras, como las betalactamasas, que destruyen el antibiótico antes de que actúe; modificaciones en los sitios de unión del antibiótico, que impiden su acción; el uso de bombas de expulsión que eliminan el fármaco del interior celular (efflux pumps); o bien cambios en la permeabilidad de la membrana bacteriana que bloquean la entrada del medicamento (Landoni & Albarellos, 2015).

Lo más preocupante es que estas bacterias resistentes no solo afectan a los animales, sino que pueden ser transmitidas al ser humano a través del consumo de carne contaminada, el contacto directo con aves portadoras o incluso a través del medio ambiente (Van Boeckel *et al.*, 2015). Por ello, el uso racional y prudente de los antimicrobianos en la producción animal se ha convertido en una prioridad global, respaldada por iniciativas internacionales como el Plan de Acción Mundial sobre la Resistencia a los Antimicrobianos, impulsado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la FAO y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) (WHO, 2015).

Como parte de las soluciones, se ha promovido el uso de alternativas naturales, el fortalecimiento de la bioseguridad, la vacunación preventiva y mejoras en las

prácticas de manejo. Estas estrategias buscan reducir la dependencia de los antibióticos sin comprometer la salud y el rendimiento productivo de las aves, contribuyendo a una producción más responsable y sustentable.

Ante este panorama, organismos internacionales como la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) han hecho un llamado a reducir el uso de antibióticos en animales de producción. Como alternativa, promueven el fortalecimiento de medidas preventivas y el desarrollo de estrategias más seguras y sostenibles, entre ellas el uso de productos naturales, vacunas, mejoras en la bioseguridad y prácticas de manejo más rigurosas (OIE, 2016; WHO, 2017).

2.7 Alternativas naturales al uso de antibióticos

En los últimos años, las alternativas naturales al uso de antibióticos han cobrado una relevancia creciente en la avicultura, particularmente en sistemas de producción que buscan eliminar o reducir al mínimo el uso de fármacos convencionales. Estas alternativas incluyen aceites esenciales, extractos vegetales, compuestos fenólicos, probióticos, prebióticos y ácidos orgánicos, los cuales han demostrado beneficios significativos tanto en la salud intestinal como en el desempeño productivo de las aves (Gadde *et al.*, 2017; Windisch *et al.*, 2008).

Entre estos compuestos, uno de los más estudiados es el carvacrol, un componente activo del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*). Este compuesto es ampliamente reconocido por sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes (Burt, 2004). Se ha comprobado que el carvacrol puede inhibir el crecimiento de bacterias patógenas como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* y *Clostridium perfringens* (Si *et al.*, 2006; Applegate *et al.*, 2010), lo que lo convierte en una opción prometedora dentro de las estrategias alternativas de control sanitario.

A diferencia de los antibióticos convencionales, los aditivos naturales no generan residuos en los productos finales ni promueven el desarrollo de resistencia microbiana (Hashemi & Davoodi, 2011). Además, su inclusión en dietas bien

formuladas puede mejorar la conversión alimenticia, estimular el crecimiento y mantener la integridad del tracto gastrointestinal (*Kostadinović et al.*, 2020), contribuyendo a la salud general del ave sin comprometer la inocuidad del alimento.

Diversos estudios han documentado que, cuando se emplean de manera estratégica y junto con buenas prácticas de manejo, estos productos naturales pueden ofrecer niveles de productividad comparables a los obtenidos mediante el uso de antimicrobianos tradicionales (Hashemi & Davoodi, 2011; Greathead, 2003). Esto los posiciona como una herramienta clave en la transición hacia sistemas de producción más sustentables, responsables y alineados con las expectativas del consumidor actual y las nuevas regulaciones sanitarias. Con la información presentada se estableció el objetivo de evaluar el efecto de distintos antibióticos convencionales y aditivos naturales sobre parámetros productivos, estado sanitario y carga bacteriana en pollos de engorda de la línea Cobb.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y duración del experimento

El experimento se realizó en la Granja Avícola Tres Amigos S.P.R. de R.L., ubicada en la zona conocida como “Torreña”, dentro del municipio de Gómez Palacio, en el estado de Durango, México. La ubicación del lugar corresponde a 25.64717° de latitud norte y -103.59166° de longitud oeste (Google Maps, 2025).

El experimento tuvo una duración de 10 días, iniciando el 26 de abril y finalizando el 5 de mayo de 2025, periodo durante el cual se aplicaron los tratamientos a evaluar y se llevaron a cabo los registros correspondientes. Esta granja cuenta con capacidad para albergar hasta 243,200 aves, distribuidas en ocho casetas.

La prueba se llevó a cabo específicamente en la caseta número 6, una caseta de ambiente natural, sin sistemas automáticos de ventilación o climatización. En este espacio, las condiciones como la temperatura, la ventilación y la sombra se controlaron de forma manual, lo que permitió observar el comportamiento de las aves en un entorno más cercano a las condiciones reales del campo.

3.2 Condiciones de manejo y bioseguridad

Desde el inicio del ensayo se aplicaron medidas estrictas de bioseguridad y cumplimiento de las leyes nacionales de acuerdo con el Manual de Buenas Prácticas en producción de pollo en engorda (SENACISA, 2019). El personal ingresaba con uniforme limpio, completo y previamente bañado, se instalaron tapetes sanitarios activos en los accesos a la caseta, los cuales se revisaban constantemente para asegurar su efectividad. El acceso fue limitado únicamente al personal autorizado, con el objetivo de reducir al mínimo el riesgo de contaminación cruzada o la entrada de agentes patógenos externos.

Durante los 10 días del periodo experimental, el clima presentó condiciones extremas, típicas del clima semiárido de la región. Las temperaturas oscilaron entre

los 18 °C por la mañana alcanzando los 41.5 °C por la tarde. Estas variaciones se consideraron importantes al momento de evaluar la respuesta de las aves, tanto en lo productivo como en lo sanitario, ya que se encontraban en un sistema sin control artificial de temperatura, dependiendo totalmente del entorno natural.

3.4 Grupos experimentales

Para el experimento se utilizaron un total de 22,071 pollos de engorda (*Gallus gallus domesticus*). Las aves fueron organizadas en 12 grupos en total: once de ellos recibieron tratamientos distintos (cuadro 1), ya sea con antibióticos convencionales o productos naturales, mientras que el grupo restante funcionó como grupo control, sin recibir ningún tipo de medicación.

Cuadro 1 Distribución de los grupos experimentales, utilizando diferentes antibióticos, productos alternativos y grupo testigo

Grupo	Tratamiento	n (pollos)
T1	Doxiciclina	630
T2	Florfenicol	688
T3	Florfenicol	713
T4	Amoxicilina	656
T5	Fosfomicina	749
T6	Oxitetraciclina	627
T7	Enrofloxacina	626
T8	Tilosina + Fosfomicina	614
T9	Norfloxacina	670
T10	Carvacol	626
T11	Aceite de Orégano	710
TT	Sin medicación	14,762

3.5 Tratamientos

Los tratamientos fueron suministrados a través del agua de bebida, utilizando agua de noria como vehículo. Para cada grupo experimental se preparaban 30 litros de solución medicada (cuadro 2), empleando botes de 20 litros previamente marcados

para asegurar una medición exacta de 15 litros por unidad. La disolución de los medicamentos se distribuía en 14 vitroleros por grupo, cada uno con una capacidad de 2 litros, los cuales eran llenados cuidadosamente para garantizar uniformidad en la administración.

Cuadro 2 Dosis utilizada para cada tipo de tratamiento durante el periodo experimental, a razón de 30 litros de agua

Grupo	Dosis
T1	142 ml
T2	206.4 g
T3	107 ml
T4	201 g
T5	337 ml
T6	176.3 g
T7	94 ml
T8	276.3 ml
T 9	402 ml
T10	28 ml
T11	13 ml
TT	Sin medicación

* Los medicamentos en mililitros se midieron con jeringa graduada y los indicados en gramos fueron en polvo, pesados con una báscula analítica.

La mezcla de los medicamentos se realizaba manualmente con un palo de madera, el cual era lavado y desinfectado entre cada preparación para evitar la contaminación cruzada. Este proceso permitía asegurar una disolución homogénea. Una vez listos, los vitroleros eran etiquetados, marcados por grupo y se organizaban de forma ordenada tanto al inicio como al final de cada toma, minimizando así cualquier riesgo de confusión entre tratamientos.

El agua se suministra a través de líneas de bebederos tipo niple; sin embargo, como parte del diseño experimental, se implementó una restricción temporal del agua dos horas antes de cada toma. Esta medida tenía el objetivo de inducir sed en las aves

para asegurar una ingesta rápida y uniforme del tratamiento. Durante ese tiempo, los bebederos se levantaban manualmente, lo que facilitaba el consumo inmediato una vez que el agua tratada se ponía a disposición.

Previo a la administración, los vitroleros se colocaban en posición invertida (boca abajo), alineados por grupo. A las 7:00 a.m. y a las 2:00 p.m. en punto, se realizaba el volteo simultáneo de todos los vitroleros (figura 1), lo que permitía liberar el contenido de forma coordinada y asegurar que las aves de todos los grupos iniciaran el consumo del tratamiento al mismo tiempo. Esta práctica también facilitó una medición más precisa del tiempo de consumo por grupo.

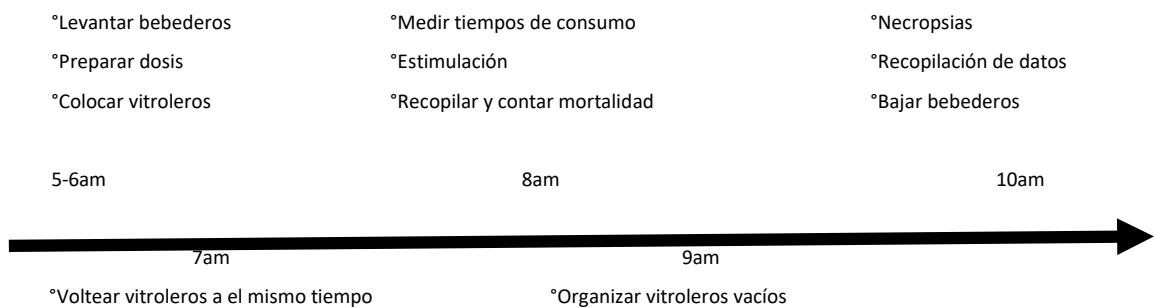


Figura 1 Diagrama de trabajo

Para garantizar una dosificación correcta, se utilizaron cuatro jarras de 2 litros, un vaso medidor de 100 ml y una jeringa de 30 ml, seleccionados de acuerdo con la presentación y concentración del medicamento a preparar. Todos estos instrumentos eran enjuagados cuidadosamente en cada uso, reforzando tanto la higiene del proceso como la precisión en la cantidad administrada.

3.6 Variables

3.6.1 Ganancia de peso corporal (g/ave)

La ganancia de peso corporal se definió como el aumento en gramos que cada ave registró durante el periodo experimental. Para medir esta variable, se utilizó una balanza colgante (marca Truper) con un rango de peso hasta los 300kg, adecuada para pesar aves de forma individual y con precisión en gramos.

El pesaje se llevó a cabo en dos momentos clave: el día 1, antes de aplicar los tratamientos, y el día 10, al concluir el ensayo. Con el fin de obtener datos representativos, se realizó un muestreo aleatorio del 50 % de las aves de cada grupo, lo que permitió contar con una muestra suficientemente robusta para realizar un análisis comparativo entre los diferentes tratamientos.

A partir de estos datos, se calculó la ganancia de peso promedio por ave en cada grupo experimental, lo que permitió evaluar con mayor claridad el impacto de cada tratamiento sobre el desempeño productivo de las aves durante los 10 días del estudio.

Formula: Ganancia de peso (g/ave) =Peso final (g)–Peso inicial (g)

3.6.2 Coeficiente de variación (CV)

Además de la ganancia de peso, se calculó el coeficiente de variación (CV) en cada grupo experimental, a partir de los datos individuales de incremento de peso. Este indicador se utilizó para evaluar la uniformidad del crecimiento, un aspecto fundamental en la producción avícola comercial. El cálculo del coeficiente de variación se llevó a cabo con el programa Microsoft Excel, utilizando los valores individuales de peso por ave para cada grupo.

3.6.3 Grado de bacteria por grupo

El grado de infección bacteriana se evaluó mediante necropsias realizadas al final del experimento, con la participación de un equipo de médicos veterinarios, incluyendo especialistas. El objetivo principal fue observar y clasificar el nivel de infección bacteriana a partir de la inspección macroscópica de los órganos internos de las aves.

Las necropsias se realizaron en todas las aves que murieron durante el periodo experimental, siendo el número variable según el grupo. En promedio, se examinó un aproximado de 10 aves por grupo. Además, el último día del experimento se llevó a cabo una necropsia complementaria, que incluyó tanto las aves fallecidas ese día como cinco aves sacrificadas intencionalmente por grupo. Esta última medida se

tomó con el fin de evitar alteraciones post mortem y facilitar una mejor observación de los órganos en estado fresco.

Para evaluar el grado de infección, se utilizó una escala cualitativa basada en la severidad de las lesiones observadas, clasificada de la siguiente manera:

- Grado de infección 1: Leve, con lesiones mínimas o localizadas.
- Grado de infección 2: Moderada, con lesiones visibles en uno o más órganos.
- Grado de infección 3: Severa, con afectación extensa o sistémica.

Esta variable permitió valorar no solo el impacto sanitario de los tratamientos administrados, sino también la agresividad y la distribución de la infección bacteriana entre los distintos grupos experimentales.

3.6.4 Presencia de signos clínicos

A lo largo del experimento se llevó a cabo una observación clínica diaria de las aves de cada grupo, con el propósito de detectar posibles signos compatibles con enfermedad o reacciones adversas a los tratamientos aplicados.

Estas observaciones se realizaban en dos momentos clave del día:

1. Por la mañana, justo después del volteo de vitroleros y la estimulación de las aves, cuando se buscaba identificar cualquier alteración temprana en su comportamiento o condición física.
2. Por la tarde, durante el recorrido de revisión general y la recolección de datos, momento en el que se verificaba nuevamente el estado de las aves y se documentaban hallazgos relevantes.

Este monitoreo constante permitió llevar un seguimiento cercano de la salud de los animales, facilitando la identificación oportuna de cualquier signo clínico relevante para el análisis sanitario y la interpretación de los resultados del estudio.

Se evaluaban principalmente los siguientes signos clínicos, que se resumen en el cuadro 3.

Cuadro 3 Evaluación de presencia de signos clínicos para cada grupo experimental y testigo, evaluados durante los diez días que duro el experimento

Signos	Presentes	Ausentes
Decaimiento o Postración		X
Plumaje erizado	X	
Dificultad respiratoria (jadeo, estertores)	X	
Diarrea o heces anormales		X
Disminución en el consumo de agua o alimento		X
Ruidos respiratorios audibles	X	
Aislamiento o baja interacción con el grupo		X
Alteraciones en la locomoción		x

Estos signos clínicos observados se analizaron posteriormente en relación con la evolución general del grupo, así como con los datos de mortalidad, la ganancia de peso y los hallazgos *post mortem* obtenidos en las necropsias. En aquellos casos donde se detectaron signos más evidentes o persistentes, se realizó un seguimiento más detallado del grupo afectado, con el fin de documentar cualquier posible patrón asociado al tratamiento recibido.

Esta variable fue especialmente útil para identificar efectos secundarios de los distintos tratamientos y ofreció una visión más completa del estado de salud general de cada lote experimental, complementando así los datos productivos y sanitarios del estudio.

3.6.5 Mortalidad

La mortalidad fue monitoreada y registrada de forma diaria durante los 10 días que duró el experimento. Cada mañana, tras el volteo de vitroleros, se realizaba la estimulación de las aves en cada corral para observar su comportamiento, identificar signos de enfermedad y recoger aquellas que hubieran muerto durante la noche o en las primeras horas del día.

Las aves encontradas sin vida eran recolectadas por grupo y colocadas de manera ordenada al centro de la caseta, donde se llevaba a cabo un conteo manual para determinar cuántas correspondían a cada tratamiento. Finalizado el conteo, los datos eran registrados en una hoja de cálculo en Microsoft Excel, donde se llevaba un control detallado que incluía:

- Número de aves muertas por grupo
- Porcentaje de mortalidad diaria (%)

Formula:

$$\text{Mortalidad diaria (\%)} = \left(\frac{\text{Número de aves muertas en el día}}{\text{Número total de aves al inicio del día}} \right) \times 100$$

- Porcentaje acumulado (%)

Formula:

$$\text{Mortalidad acumulada (\%)} = \left(\frac{\text{Total de aves muertas hasta ese día}}{\text{Número inicial de aves en el grupo}} \right) \times 100$$

- Existencia remanente de aves por grupo

Cada ave fallecida era retirada de inmediato para evitar riesgos de contaminación en el ambiente. Además, se le practicaba una necropsia con el fin de identificar posibles signos compatibles con enfermedad o complicaciones relacionadas con el tratamiento recibido.

El día final del experimento, además de evaluar las aves que murieron ese día, se procedió al sacrificio intencional de 5 aves clínicamente sanas por grupo,

seleccionadas con cuidado para evitar cambios *post mortem*. Esta medida permitió realizar una evaluación más precisa de los órganos internos, fortaleciendo el análisis sanitario general.

Durante estas necropsias finales, se evaluaron de forma sistemática los hallazgos patológicos que enlistan en el cuadro 4. Estos hallazgos proporcionaron evidencia adicional sobre el estado sanitario de las aves y permitieron una interpretación más completa de los efectos sistémicos asociados a cada tratamiento, fortaleciendo así el análisis comparativo entre grupos experimentales.

Cuadro 4 Evaluación de presencia de lesiones patológicas durante la inspección *post mortem*, en cada grupo experimental

Signos	Grupo										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
Moco en tráquea	x	x		x				x		x	
Tapón Caseoso						x					
Traqueítis	x	x		x	x			x			
Pulmones congestionados										x	
Aaerosaculitis											
Crónica respiratoria (poliserositis)	x	x	x	x	x	x	x	x		x	
Necrosis de la cabeza del fémur								x	x		
Proventrículo Hemorrágico											
Tonsilas reactivas		x	x		x	x					
Riñones Inflamados	x			x	x			x	x	x	x
Erosión de molleja		x									
Hidropericardio			x								

* La X indica la presencia del signo

3.6.6 Tiempo de consumo del medicamento (minutos)

Esta variable tuvo como objetivo evaluar la aceptación y palatabilidad de los tratamientos suministrados a través del agua de bebida. Para ello, se midió con

precisión el tiempo que tardaban las aves en consumir por completo la solución medicada contenida en los vitroleros.

La medición se realizaba con un cronómetro digital marca Steren, iniciando justo en el momento del volteo simultáneo de los vitroleros, que se llevaba a cabo todos los días a las 7:00 a.m. y 2:00 p.m., finalizando en cuanto los recipientes quedaban completamente vacíos.

Durante este proceso, se estimulaba a las aves dentro de cada corral para fomentar el consumo activo del agua medicada, lo que ayudaba a lograr una ingestión rápida y homogénea. A medida que los vitroleros se vaciaban, eran retirados de inmediato y colocados al inicio de la caseta, debidamente organizados por grupo, con el fin de evitar confusiones o cruces accidentales entre tratamientos.

El registro de esta variable se llevó a cabo diariamente, lo cual permitió identificar patrones de consumo —ya fueran rápidos, lentos o con señales de rechazo— que podrían afectar la efectividad de la dosis administrada. Además, este indicador resultó útil como una herramienta complementaria para interpretar otras variables clave del estudio, como la presencia de signos clínicos, la mortalidad y la ganancia de peso corporal.

3.6.7 Análisis estadísticos

Los datos recolectados se registraban en una base de datos para calcular la estadística descriptiva (medias, desviación estándar). Posteriormente se realizaron comparaciones de la varianza asumiendo desviaciones estándar no iguales, utilizando el software SPPS 35, únicamente para los datos de mortalidad y tiempo de consumo, para el peso diario se usaron comparaciones con T-Student (IBM Corp., Armonk, NY, EE.).

4. RESULTADOS

4.1 Peso corporal promedio y coeficiente de variación (CV)

Respecto a los resultados, el mayor peso promedio se registró en el T4 (1597 g), seguido muy de cerca por los grupos con T3 (1567 g) y el TT (1566 g). Por otro lado, el peso más bajo fue observado en el T8 con un peso de 1394 g (Cuadro 5).

Sobre el porcentaje de la uniformidad, los coeficientes de variación más bajos se presentaron en los T7 y T10 tratados con Enrofloxacina y Carvacrol, ambos con un CV de 12 %, lo que indica un crecimiento homogéneo entre las aves dentro de esos grupos (Figura 2).

Cuadro 5 Efecto del uso de antibióticos y aditivos naturales sobre el peso (g) y coeficiente de variación (%), en pollos de engorde de 1 a 10 días de edad de la línea Cobb.

Grupo	Peso (g)	CV (%)
T1	1494*	13
T2	1567	15
T3	1547*	13
T4	1597*	15
T5	1469*	18
T6	1453*	14
T7	1494*	12
T8	1394*	17
T9	1429*	13
T10	1546*	12
T11	1510*	16
TT	1566	15

*Indica que existe diferencia estadística con el grupo TT ($p>0.05$).

De acuerdo con las comparaciones existen diferencias estadísticas entre los grupos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 con el grupo TT. Siendo el grupo T4 el único que presento un peso promedio mayor al grupo TT, mientras que el grupo T8 fue el que obtuvo el menor peso promedio ($p>0.05$).

4.2 Grado de presencia bacteriana

Con el fin de determinar la carga bacteriana final, se realizó una evaluación semicuantitativa dirigida a la detección de tres tipos de grados de bacterias

relevantes en la salud aviar. Esta prueba permitió conocer la distribución y prevalencia de microorganismos al término del experimento.

Los resultados evidenciaron que el grado de infección tipo 3 fue el más común, con una alta prevalencia en la mayoría de los grupos experimentales. En cambio, el Grado 1 y Grado 2 se presentaron de forma menos frecuente.

Cabe destacar que el grupo T3 fue el único que no presentó presencia de ningún grado de infección, lo cual resalta su eficacia sanitaria bajo las condiciones del ensayo (cuadro 6 y figura 3).

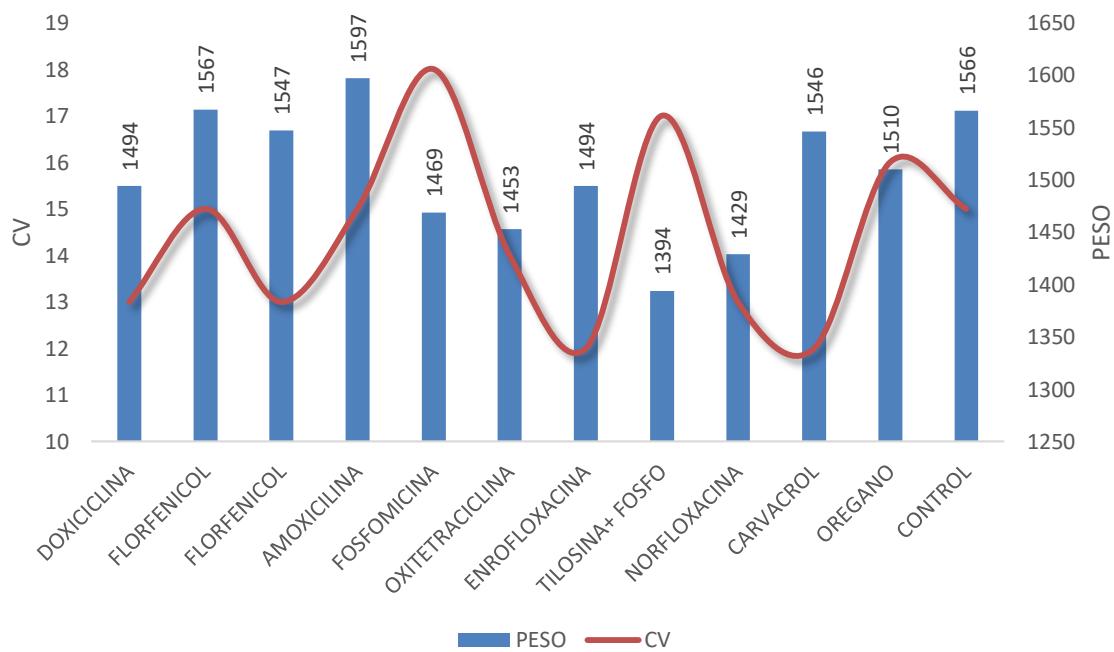


Figura 2 Comparación de peso promedio y coeficiente de variación entre los grupos experimentales evaluados durante 10 días

4.3 Hallazgos de necropsia

Al finalizar el experimento se realizaron necropsias con el objetivo de identificar lesiones macroscópicas asociadas a procesos infecciosos. Esta evaluación permitió complementar los datos sanitarios obtenidos previamente y ofreció una visión más precisa del impacto de cada tratamiento a nivel orgánico.

Cuadro 6 Efecto del uso de antibióticos y aditivos naturales sobre la presencia de bacterias, en pollos de engorde de 1 a 10 días de edad de la línea Cobb.

GRUPO	GRADO DE INFECCIÓN		
	Grado 1 (%)	Grado 2 (%)	Grado 3 (%)
T1	20	10	70
T2	0	17	50
T3	0	0	100
T4	0	0	9
T5	0	0	75
T6	0	0	88
T7	0	0	100
T8	0	0	100
T9	0	9	91
T10	0	0	91
T11	0	0	100
TT	25	10	65

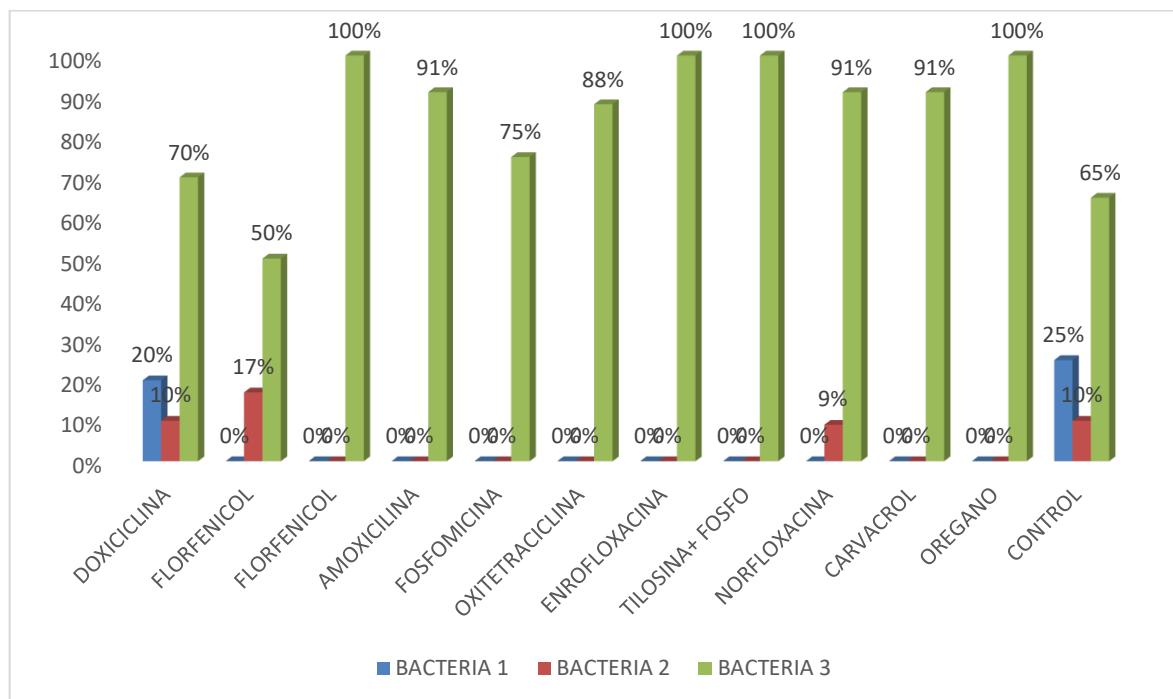


Figura 3 Porcentaje de presencia bacteriana para los diferentes grupos con antibióticos y aditivos naturales en pollo de engorde de la línea Cobb evaluados durante 10 días.

Entre las lesiones más frecuentemente observadas se encontraron: presencia de moco en tráquea, traqueítis, poliserositis y riñones inflamados, todas ellas indicativas de cuadros infecciosos respiratorios o sistémicos.

De manera destacada, el T3 y T10 presentaron la menor cantidad de lesiones graves, lo cual sugiere un efecto positivo de estos tratamientos en la salud interna de las aves. En el cuadro 7 muestra el porcentaje de incidencia de lesiones en cada grupo experimental.

Las necropsias revelaron diferencias notables en la incidencia de lesiones entre los tratamientos evaluados. Las principales afecciones observadas fueron respiratorias, como moco en tráquea, traqueítis, aerosaculitis y poliserositis, esta última con una alta prevalencia en los grupos T2, T5, T8 y T9 (100 %). También se detectaron lesiones digestivas y sistémicas, como riñones inflamados, con alta frecuencia en los grupos T9 y T10, y erosión de molleja, presente en su totalidad en el grupo T2.

En los grupos T3 y T11 presentaron la menor frecuencia y severidad de lesiones, lo que sugiere un mejor control sanitario. Por el contrario, los T2, T5 y T9 concentraron múltiples lesiones, asociadas a un desempeño sanitario menos favorable.

Estos resultados refuerzan la eficacia del T3 y de los aditivos naturales en la prevención de enfermedades respiratorias y sistémicas bajo condiciones de campo.

Cuadro 7 Porcentaje de incidencia de lesiones por grupo

LESIONES	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6	GRUPO 7	GRUPO 8	GRUPO 9	GRUPO 10	GRUPO 11
Moco en traquea	80%	80%	40%	80%	40%	0%	40%	80%	20%	60%	0%
Tapon Caseoso	20%	20%	0%	0%	40%	40%	0%	40%	40%	20%	40%
Traqueítis	40%	40%	40%	60%	60%	0%	0%	80%	20%	40%	20%
Pulmones congestionados	20%	0%	0%	40%	20%	0%	0%	0%	0%	60%	0%
Aerosaculitis	20%	0%	20%	40%	0%	40%	40%	0%	20%	0%	0%
crónica respiratoria (poliserositis)	80%	100%	60%	60%	80%	80%	60%	0%	80%	40%	80%
Necrosis de la cabeza del femur	20%	20%	20%	20%	40%	40%	0%	100%	60%	0%	40%
Proventriculo Hemorragico	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	0%
Tonsilas reactivas	20%	40%	40%	0%	60%	60%	20%	0%	0%	0%	0%
Riñones Inflamados	60%	0%	0%	100%	60%	20%	40%	100%	100%	100%	100%
Erosion de molleja	20%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Hidropéricardio	0%	20%	40%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	0%	40%

* El color rojo indica una alta incidencia de lesiones (>80 %), el naranja una indecencia media (40-80%), el color amarillo baja incidencia (20-40 %) mientras que el verde representa muy baja presencia (0-10 %).

4.4 Mortalidad por grupo

Durante los 10 días la prueba experimental, se llevó a cabo un registro diario de la mortalidad en cada uno de los grupos experimentales. Estos datos fueron clave para evaluar posibles efectos tóxicos o falta de eficacia de los tratamientos administrados, además de ayudar a identificar diferencias en la tolerancia entre grupos.

Los resultados muestran que el T2 presentó la menor mortalidad con un 8.28 %, seguido T8 (10.75 %) y T11(10.99 %). En cambio, el grupo con mayor mortalidad fue el T4 con un 17.07 % (cuadro 8).

Cuadro 8 Efecto del uso de antibióticos y aditivos naturales sobre el porcentaje de mortalidad en pollos de engorde de 1 a 10 días de edad de la línea Cobb

GRUPO	TRATAMIENTO	MORTALIDAD (%)
T1	Doxiciclina	13.65
T2	Florfenicol	8.28
T3	Florfenicol	16.27
T4	Amoxicilina	17.07
T5	Fosfomicina	14.42
T6	Oxitetraciclina	15.47
T7	Enrofloxacina	14.54
T8	Tilosina + Fosfomicina	10.75
T 9	Norfloxacina	14.33
T10	Carvacrol	14.54
T11	Orégano	10.99
TT	Sin tratamiento	13.90

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico el grupo T2 es diferente al grupo T3, T4 así como con el grupo TT, con un valor de significancia menor a 0.05, el resto de los grupos no mostraron diferencia significativa.

4.5 Tiempo de consumo de agua medicada

Los resultados revelan diferencias significativas, el grupo T1 presentó el consumo más lento (166.2 min), seguido por T2 (156.7 min) y T7 (108.0 min). Al contrario, los grupos tratados con productos naturales como T11 (29.7 min) y T3 (39.2 min) mostraron los tiempos más cortos, indicando una mayor aceptación. Estos promedios se basan en 10 mediciones por grupo, incluyendo las tomas de la mañana y la tarde.

Como podemos observar en la figura 4 el grupo T11 fue el presente menor tiempo de consumo, registrando 54.2 minutos que fue estadísticamente significativo comparado con el grupo T1 y T2. Por otro lado, el grupo T1 y T2 fueron similares al no mostrar diferencias estadísticamente significativas. El grupo T7 con un tiempo

de 108 minutos presentó diferencia estadísticamente significativa con el resto de los grupos. Por lo tanto, los grupos T3, T4, T5, T6, T8, T9, T10 y T11 mostraron diferencias comparados con los grupos T1, T2 y T7.

Cuadro 9 Efecto del uso de antibióticos y aditivos naturales sobre el tiempo de consumo de agua tratada en pollos de engorde de 1 a 10 días de edad de la línea Cobb

GRUPO	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
T1	166.2
T2	156.7
T3	39.2
T4	48.9
T5	42.7
T6	55.4
T7	108.0
T8	54.1
T9	45.3
T10	54.2
T11	29.7

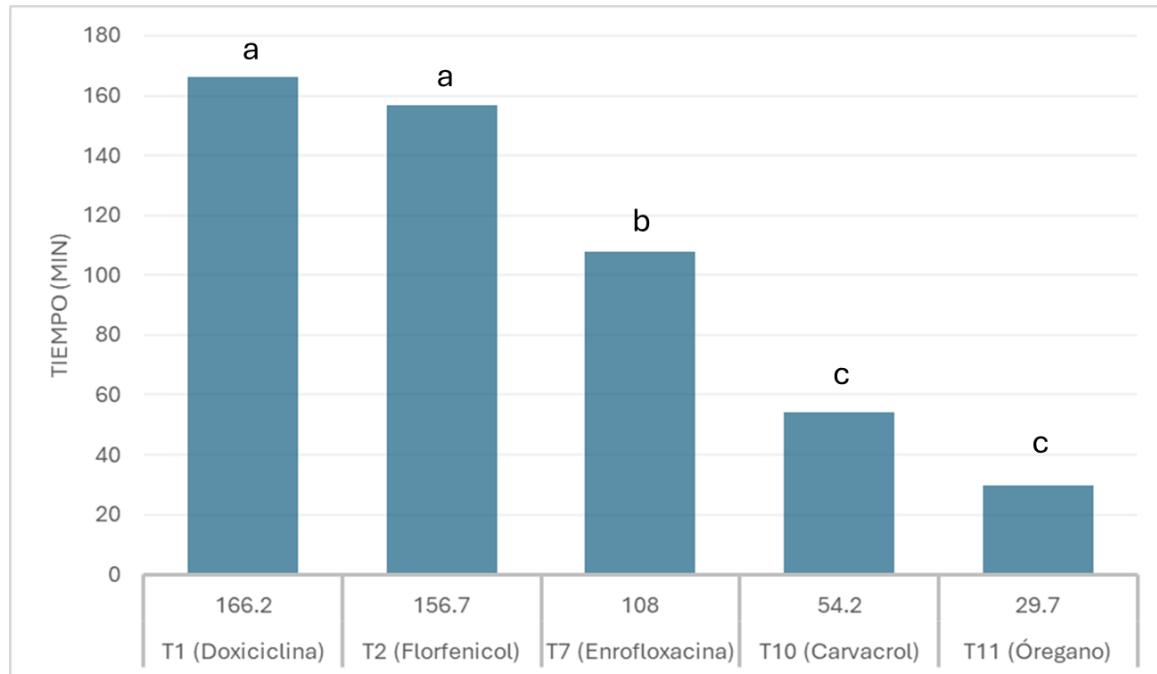


Figura 4 Comparación del tiempo de consumo de agua entre grupos

5. DISCUSIÓN

5.1 Peso corporal y CV

El grupo T4 (Amoxicilina) presentó el mayor peso promedio, seguido por los grupos que recibieron Florfenicol y Carvacrol. Este resultado sugiere que algunos antibióticos continúan siendo efectivos como promotores de crecimiento en condiciones experimentales controladas (Castanon, 2007).

Sin embargo, resulta interesante destacar que el T10 (Carvacrol), alcanzo un peso similar al obtenido con los antibióticos convencionales. Ademas presento un CV del 12% lo que indica que las aves crecieron muy uniformemente. Este comportamiento facilita el manejo del lote y mejora la eficiencia de producción (Hashemipour *et al.*, 2013)

Esta uniformidad puede atribuirse a las propiedades del Carvacrol, que favorecen la salud intestinal y la absorción de nutrientes, lo cual ha sido respaldado por estudios previos (Kostadinović *et al.*, 2020; El-Shall *et al.*, 2022). Este valor fue similar al registrado en el grupo T7 (Enrofloxacina), lo cual refuerza el potencial de este tipo de aditivos naturales como alternativas viables en programas de producción sin antibióticos (Gadde *et al.*, 2017). Estos hallazgos respaldan investigaciones previas que promueven el uso de aceites esenciales como sustitutos seguros a los antibióticos promotores de crecimiento, sin afectar negativamente el desempeño zootécnico de las aves (Castañón, 2007; Gadde *et al.*, 2017).

5.2 Presencia bacteriana

La ausencia total de bacterias en el grupo T3 (Florfenicol) confirma su eficacia bactericida bajo las condiciones del experimento, posicionándolo como uno de los tratamientos más efectivos en términos de control sanitario. Al contrario, el grupo TT (testigo), así como los grupos T4 (Amoxicilina) y T11 (Orégano), presentaron mayores niveles de carga bacteriana, siendo el grado de Bacteria 3 la más prevalente.

Estas diferencias podrían explicarse por factores como el espectro de acción, la absorción intestinal y la biodisponibilidad de cada compuesto (Landoni & Albarellos, 2015). En el caso de los productos naturales, como el Orégano, la presencia bacteriana residual no necesariamente implica un fracaso terapéutico, ya que estos compuestos actúan principalmente a través de la modulación del microbiota intestinal, y no mediante una eliminación completa de los patógenos (El-Shall *et al.*, 2022).

5.3 Lesiones observadas en necropsia

Las lesiones más frecuentes identificadas durante las necropsias fueron: moco en tráquea, traqueítis, poliserositis y riñones inflamados. Estas alteraciones se observaron con mayor frecuencia y severidad en los grupos tratados con antibióticos tradicionales y en el grupo testigo, lo que podría indicar una menor eficacia en la prevención de procesos infecciosos sistémicos o respiratorios (Safi *et al.*, 2020)

En contraste, los grupos T10 y T3 presentaron una menor incidencia y gravedad de lesiones, lo que refuerza su perfil favorable en términos de salud respiratoria y sistémica (Safi *et al.*, 2020)

Esto coincide con reportes previos que destacan los efectos antiinflamatorios y protectores de extractos naturales como el orégano y su componente activo carvacrol, especialmente sobre las mucosas respiratorias y digestivas, contribuyendo así a una mejor respuesta inmunológica y menor daño tisular (El-Shall *et al.*, 2022).

5.4 Mortalidad

La menor mortalidad registrada en los grupos T2, T8 y T11, sugieren que estos tratamientos fueron efectivos para prevenir o controlar los procesos infecciosos durante el periodo experimental. En particular, el grupo T2 mostró una reducción significativa en la mortalidad, con una tasa de 8.28 %, lo cual coincide con estudios previos que respaldan su eficacia frente a patógenos respiratorios como *Escherichia coli* y *Ornithobacterium rhinotracheale* (Gadde *et al.*, 2017).

En el caso del grupo T11, tratado con orégano, la menor mortalidad observada podría explicarse por los efectos positivos que esta planta tiene sobre la salud de las aves. El orégano contiene compuestos naturales como el carvacrol y el timol, conocidos por sus propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y estimulantes del sistema inmunológico. Estos componentes ayudan a frenar el crecimiento de bacterias dañinas y a proteger las mucosas intestinales y respiratorias, permitiendo que las aves tengan una mejor defensa natural frente a enfermedades (Burt, 2004; El-Shall *et al.*, 2022). Además, al favorecer un equilibrio saludable en el microbiota intestinal, el orégano contribuye a fortalecer las defensas del organismo, lo que probablemente ayudó a que las aves se mantuvieran más sanas y resistieran mejor los retos sanitarios durante el experimento (Hashemi & Davoodi, 2011).

Al contrario, los tratamientos T4 y T6 estuvieron asociados a las tasas de mortalidad más elevadas, lo que podría estar relacionado con una menor sensibilidad bacteriana, esto podría también atribuirse al uso prolongado de estos antibióticos en la industria avícola, o la presencia de cepas resistentes en el ambiente experimental (Díaz-Sánchez *et al.*, 2015).

5.5 Consumo de agua

Los grupos tratados con productos naturales, como Oregano (T11) (29.7 min), así como el grupo con Florfenicol (T3, 39.2 min), consumieron el agua medicada en un tiempo significativamente menor en comparación con otros tratamientos como Doxiciclina y Florfenicol (T1 y T2). Este comportamiento puede atribuirse a una mayor palatabilidad o a un menor impacto adverso sobre el apetito de las aves. Este hallazgo es especialmente relevante, ya que un consumo rápido del agua tratada favorece una dosificación más uniforme bajo condiciones comerciales, lo que incrementa la efectividad del tratamiento (El-Shall *et al.*, 2022).

La diferencia observada entre los dos grupos tratados con Florfenicol sugiere que la combinación del antibiótico con aditivos naturales (como Ropadiar, presente en el T3) pudo haber mejorado la aceptación del tratamiento, lo cual coincide con

reportes que describen efectos sinérgicos entre antibióticos y extractos vegetales (El-Shall *et al.*, 2022).

6. CONCLUSIÓN

Los resultados mostraron que algunos antibióticos siguen siendo eficaces en el control de enfermedades y en el apoyo al desarrollo de las aves. Sin embargo, también quedó claro que ciertos aditivos naturales, como el carvacrol y el orégano, pueden ofrecer beneficios similares con relación a la ganancia de peso, coeficiente de variabilidad y disminución de la mortalidad, sin los inconvenientes asociados al uso prolongado de antibióticos, como puede ser la resistencia bacteriana o la presencia de residuos.

Al mismo tiempo, esta investigación refuerza la importancia de seguir buscando soluciones equilibradas que combinen ciencia, salud animal y responsabilidad ambiental, para generar información que abra la puerta a nuevas formas de manejar la sanidad y el crecimiento en la avicultura, más enfocadas en la sostenibilidad y en las expectativas actuales de los consumidores, quienes cada vez valoran más los productos libres de antibióticos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Applegate, T. J., Klose, V., Steiner, T., Ganner, A., & Schatzmayr, G. (2010). Probiotics and phytogenics for poultry: ¿Myth or reality? *Journal of Applied Poultry Research*, Pag. 194-210. <https://doi.org/10.3382/japr.2010-00168>.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, Pagina 223–253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>.
- Castanon, J. I. R. (2007). History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science*, Pagina 2466–2471. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00249>.
- Díaz-Sánchez, S., Moscoso, S., Solís de los Santos, F., Andino, A., & Hanning, I. (2015). Antibiotic use in poultry: A driving force for organic poultry production. *Food Protection Trends*, Paginas 440–447. <https://www.foodprotection.org/publications/food-protection-trends/archive/2015-11-antibiotic-use-in-poultry-a-driving-force-for-organic-poultry-production/>
- El-Shall, N. A., El-Hack, M. E. A., Salem, H. M., Elnesr, S. S., & Saadeldin, I. M. (2022). Use of natural feed additives in poultry nutrition to improve immunity and gut health: A review. *Animal Biotechnology*, Volumen 33, Pagina 247–260.
- FAO. (2021). World livestock production systems. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2022). The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/cc2211en/cc2211en.pdf>.
- Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Animal Health Research Reviews*, Volumen 18, Paginas 26–45. doi: 10.1017/S1466252316000207.
- Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and health of poultry. *Poultry Science*, Volumen 96.

- Greathead, H. (2003). Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings of the Nutrition Society*, Volumen 62, Paginas 279–290. doi: 10.1079/pns2002197.
- Hashemi, S. R., & Davoodi, H. (2011). Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*, Volumen 35, Paginas 169–180. doi: 10.1007/s11259-010-9458-2.
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., & Veldkamp, T. (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>
- Kostadinović, L. J., Lević, J., Sredanović, S., & Zakić, D. (2020). Effect of essential oils on poultry production and health: a review. *Biotechnology in Animal Husbandry*, Volumen 36, Paginas 251–264.
- Landoni, M. F., & Albarellos, G. (2015). The use of antimicrobial agents in broiler chickens. *Veterinary Journal*, 205(1), 21–27. doi: 10.1016/j.tvjl.2015.04.016.
- OECD/FAO. (2023). OECD-FAO Agricultural Outlook 2023–2032. Paris: OECD Publishing. <https://www.fao.org/publications/oecd-fao-agricultural-outlook/en/>
- OIE (2016). The OIE Strategy on Antimicrobial Resistance and the Prudent Use of Antimicrobials.
- Saif, Y. M., Fadly, A. M., Glisson, J. R., McDougald, L. R., Nolan, L. K., & Swayne, . (2020). Diseases of poultry (14th ed.). Wiley-Blackwell. <https://dokumen.pub/diseases-of-poultry-fourteenth-edition-9781119371168-1119371163.html>.
- SENASICA. (2023). Sistema Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Avances sanitarios y retos en la producción avícola nacional.
- SENASICA. (2019, 22 de marzo). Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Producción de Pollo de Engorda. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/produccion-de-pollo-de-engorda?state=published>.
- Si, W., Gong, J., Tsao, R., Zhou, T., Yu, H., Poppe, C., & Yang, C. (2006). Antimicrobial activity of essential oils and structurally related

- synthetic food additives towards selected pathogenic and beneficial gut bacteria. Letters in Applied Microbiology, Volumen 43, Paginas 546–552. doi: 10.1111/j.1365-2672.2005.02789.x.
- SIAP. (2023). Avance de la Producción Pecuaria. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- SIAP. (2023). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera – Producción Pecuaria Nacional 2023. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/siap>
- Tang, K. L., Caffrey, N. P., Nóbrega, D. B., Cork, S. C., Ronksley, P. E., Barkema, H. W., ... & Ghali, W. A. (2017). Restricting the use of antibiotics in food-producing animals and its associations with antibiotic resistance in food-producing animals and human beings: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Planetary Health*, Volumen 1. doi: 10.1016/S2542-5196(17)30141-9.
- UNA. (2022). Unión Nacional de Avicultores. Panorama de la Industria Avícola Mexicana.
- UNA. (2023). Situación actual de la avicultura mexicana. Unión Nacional de Avicultores. <https://una.org.mx>
- USDA. (2023). Livestock and Poultry: World Markets and Trade. United States Department of Agriculture. https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf
- Van Boeckel, T. P., Brower, C., Gilbert, M., Grenfell, B. T., Levin, S. A., Robinson, T. P., ... & Laxminarayan, R. (2015). Global trends in antimicrobial use in food animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Volumen 112. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503141112>
- WHO (2015). Global action plan on antimicrobial resistance. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241509763>
- WHO (2017). Guidelines on use of medically important antimicrobials in food-producing animals. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550130#:~:text=WHO%20has%20launched%20new%20guidelines,prevent%20disease%20in%20healthy%20animals>.
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86. doi: 10.2527/jas.2007-0459.