

**Resistencia antimicrobiana en *E. Coli* y *Salmonella spp* asociada al uso de tetraciclinas en avicultura**

**Antimicrobial resistance in *E. Coli* and *Salmonella spp* associated with the use of tetracyclines in poultry farming**

**Resistência antimicrobiana em *E. coli* e *Salmonella spp.* associada ao uso de tetraciclinas na avicultura**

Zambrano Becerra Melany Elizabeth<sup>1</sup>  
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López  
[melany.zambrano.0220@espam.edu.ec](mailto:melany.zambrano.0220@espam.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0002-1146-1999>



Hernández Saltos Yury Corsino<sup>2</sup>  
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López  
[yshernandez@espam.edu.ec](mailto:yshernandez@espam.edu.ec)  
<https://orcid.org/0009-0001-1441-7507>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/n1/1486>

**Como citar:**

Zambrano Becerra, M, E. & Hernández Saltos, Y, C. (2026). Resistencia antimicrobiana en *E. Coli* y *Salmonella spp* asociada al uso de tetraciclinas en avicultura. *Código Científico Revista de Investigación*, 7(1), 888-906.

**Recibido:** 12/03/2026

**Aceptado:** 07/04/2026

**Publicado:** 30/06/2026

## Resumen

El uso intensivo de antibióticos en la producción avícola ha favorecido la aparición de bacterias resistentes, incidiendo en la seguridad alimentaria y la salud pública. El estudio se desarrolló bajo el objetivo de analizar de forma sistemática la resistencia antimicrobiana en *E. Coli* y *Salmonella spp.* asociada al uso de tetraciclinas en la avicultura. Se desarrolló un estudio no experimental, de enfoque cuali-cuantitativo y alcance descriptivo, sustentado en los métodos analítico-sintético e inductivo, con el análisis documental como técnica y una matriz de sistematización como instrumento para el procesamiento de la información. La búsqueda de información se realizó en repositorios de artículos del alto impacto en español e inglés, publicada entre el 2020-2025 y centrada en producciones avícolas. La selección de estudios se realizó mediante un cribado siguiendo la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), para garantizar la pertinencia de los estudios y la calidad metodológica. Los resultados muestran una alta resistencia de *E. Coli* y *Salmonella spp.* a las tetraciclinas, con frecuencias del 90 % y 100 %. Se identificó que el gen tet más frecuente es tetA, presente en la mayoría de las cepas resistentes, seguido por tetB. Adicionalmente, se evidencia que la diseminación de estos microorganismos ocurre en diferentes puntos de la cadena productiva de las aves. Se concluye que la resistencia a las tetraciclinas es elevada y constituye una tendencia que se repite a nivel global, lo que constituye un riesgo directo para la sostenibilidad sanitaria de la avicultura.

**Palabras clave:** Producciones avícolas, antibióticos, resistencia microbiana, vigilancia microbiológica.

## Abstract

The intensive use of antibiotics in poultry production has contributed to the emergence of resistant bacteria, impacting food safety and public health. The study was conducted with the aim of systematically analysing antimicrobial resistance in *E. coli* and *Salmonella spp.* associated with the use of tetracyclines in poultry farming. A non-experimental study was conducted, employing a qualitative-quantitative approach with a descriptive scope, based on analytical-synthetic and inductive methods, using documentary analysis as a technique and a systematisation matrix as a tool for information processing. The information search was conducted in high-impact article repositories in Spanish and English, published between 2020 and 2025 and focusing on poultry production. Studies were selected through a screening process following the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) methodology, to ensure the relevance of the studies and methodological quality. The results show high resistance of *E. coli* and *Salmonella spp.* to tetracyclines, with frequencies of 90% and 100%. It was found that the most common tet gene is tetA, present in the majority of resistant strains, followed by tetB. Furthermore, evidence suggests that the spread of these microorganisms occurs at various points in the poultry production chain. It is concluded that resistance to tetracyclines is high and represents a recurring global trend, posing a direct risk to the health sustainability of the poultry industry.

**Keywords:** Poultry production, antibiotics, microbial resistance, microbiological surveillance.

## Resumo

O uso intensivo de antibióticos na produção avícola tem favorecido o surgimento de bactérias resistentes, afetando a segurança alimentar e a saúde pública. O estudo foi realizado com o objetivo de analisar sistematicamente a resistência antimicrobiana em *E. coli* e *Salmonella spp.* associada ao uso de tetraciclinas na avicultura. Foi desenvolvido um estudo não experimental, de enfoque qualitativo-quantitativo e alcance descritivo, baseado nos métodos analítico-sintético e indutivo, utilizando a análise documental como técnica e uma matriz de sistematização como instrumento para o processamento da informação. A busca de informações foi realizada em repositórios de artigos de alto impacto em espanhol e inglês, publicados entre 2020 e 2025 e centrados na produção avícola. A seleção dos estudos foi realizada por meio de uma triagem seguindo a metodologia PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), para garantir a pertinência dos estudos e a qualidade metodológica. Os resultados mostram uma alta resistência de *E. coli* e *Salmonella spp.* às tetraciclinas, com frequências de 90% e 100%. Identificou-se que o gene tet mais frequente é o tetA, presente na maioria das cepas resistentes, seguido pelo tetB. Além disso, evidenciou-se que a disseminação desses microrganismos ocorre em diferentes pontos da cadeia produtiva das aves. Conclui-se que a resistência às tetraciclinas é elevada e constitui uma tendência que se repete em nível global, o que representa um risco direto para a sustentabilidade sanitária da avicultura.

**Palavras-chave:** Produção avícola, antibióticos, resistência microbiana, vigilância microbiológica.

## Introducción

A nivel mundial, la producción avícola ha mostrado un crecimiento sostenido, especialmente en países de ingresos bajos y medios, debido a su alta rentabilidad y a su papel como fuente accesible de proteína animal (Hedman et al., 2020; Erdaw & Beyene, 2022). Este crecimiento global se refleja en Ecuador, donde el sector avícola también ha experimentado un aumento constante en las últimas décadas, impulsado por el crecimiento poblacional y la consecuente mayor demanda de productos avícolas (Palma et al., 2023).

Según la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador [CONAVE] (2024), el consumo per cápita de huevo alcanza aproximadamente 212 unidades por persona al año, mientras que el de carne de pollo se sitúa en torno a 29 kilogramos anuales, lo que evidencia

la alta dependencia de la población ecuatoriana de los productos avícolas como fuente principal de proteína animal.

En este contexto, numerosos programas de desarrollo agrícola promueven la producción intensiva de pollos de engorde, una estrategia que, si bien mejora la productividad, puede favorecer la aparición de altos niveles de resistencia antimicrobiana y la presencia de patógenos zoonóticos (Berrocal et al., 2019; Mak et al., 2022; Tripathi et al., 2025). En la actualidad, entre los antibióticos más utilizados se encuentran la tetraciclina, amoxicilina, eritromicina, gentamicina, doxiciclina, sulfadimidina y la combinación de sulfametoxazol con trimetoprima, muchos de los cuales están disponibles sin necesidad de receta médica (Ahmed et al., 2022).

En particular, las tetraciclinas actúan inhibiendo la síntesis de proteínas bacterianas al unirse a los ribosomas e interactuar con el ARN ribosómico 16S (ARNr) de la subunidad ribosómica 30S, altamente conservado, lo que les confiere un amplio espectro de actividad frente a patógenos grampositivos, gramnegativos y atípicos, razón por la cual su uso se ha extendido tanto en humanos como en animales desde su descubrimiento (Dhand et al., 2022; Krawczyk et al., 2024).

El uso extensivo de antibióticos en la producción avícola ha impulsado un aumento sostenido en la demanda de estos fármacos, Buta (2023) estimó que las ventas globales de antibióticos podrían incrementarse alrededor de un 11,5 % entre 2017 (93.309 toneladas) y 2030 (104.079 toneladas), lo que sugiere que su uso en la ganadería seguirá creciendo. De acuerdo con estas proyecciones, el sector de producción avícola se ubica como el segundo mayor consumidor de antibióticos, solo detrás de la producción porcina (Bhandari, 2025).

Entre los fármacos más utilizados en la avicultura se encuentran las tetraciclinas (como oxitetraciclina y clortetraciclina), los  $\beta$ -lactámicos (incluidas penicilinas y cefalosporinas), los aminoglucósidos (como gentamicina y estreptomina), los macrólidos (como eritromicina),

así como las sulfonamidas y las quinolonas (Mohamed et al., 2021; Mouiche et al., 2022). Estos antibióticos se emplean tanto para estimular el crecimiento de las aves como para prevenir infecciones bacterianas durante la crianza lo que evidencia la relación directa entre el incremento en el consumo y el riesgo de aparición de resistencia bacteriana (Amancha et al., 2023)

"Múltiples estudios han evidenciado la aparición de resistencia antimicrobiana en la avicultura. Carrique et al. (2017) analizaron 453 cepas de *E. Coli* aviar y encontraron una alta frecuencia de resistencia a oxitetraciclina (76,4 %), atribuida principalmente a la presencia del gen tetA, hallado en el 84,6 % de las cepas resistentes, lo que indica un mecanismo plasmídico que facilita la transferencia horizontal entre bacterias. Por su parte, Akoda et al. (2021) reportaron en la Costa de Marfil niveles extremadamente altos de resistencia en cepas de *E. Coli* y *Salmonella spp.* aisladas de granjas avícolas aparentemente saludables, incluyendo doxiciclina (98,11 % en *E. Coli* y 94,44 % en *Salmonella*), sulfonamidas (84,91 % y 86,11 %, respectivamente) y trimetoprim-sulfametoxazol (80,19 % y 41,67 %).

En Ecuador, Amancha et al. (2023) evaluaron 383 muestras de canales de pollo provenientes de 199 mataderos, de las 383 muestras analizadas, *E. Coli* se aisló en 149 casos (39 %), mientras que *Salmonella spp.* se detectó en 19 muestras (5 %). Dentro de estos aislados, el 90 % mostró resistencia a al menos un antimicrobiano considerado de importancia crítica para la salud humana por la OMS, en particular, se observaron altas tasas de resistencia frente a eritromicina (76 % en *E. Coli* y 85 % en *Salmonella spp.*) y frente a tetraciclina (71 % en *E. Coli* y 90 % en *Salmonella spp.*).

El uso de antibióticos en animales de producción, aunque mejora la productividad, favorece la aparición de bacterias resistentes (Baca et al., 2022). En la avicultura, esto genera dos problemas, la propagación de patógenos resistentes que amenazan la salud pública y la

diseminación de bacterias comensales con genes de resistencia transferibles a otros organismos (Álvarez et al., 2025).

Estas bacterias pueden difundirse de manera directa, mediante el contacto entre personas y animales o sus productos, o indirecta, a través de la cadena alimentaria y entornos contaminados (Franco, 2022). La producción intensiva genera grandes cantidades de residuos estiércol, plumas y otros subproductos, cuya gestión inadecuada facilita la proliferación de bacterias resistentes y genes de resistencia en el medio ambiente, especialmente en fuentes de agua (Carciochi, 2024; Cheng et al., 2019; Agga et al., 2025). Entre los patógenos de mayor relevancia en pollos de engorde y gallinas ponedoras se encuentran *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *Enterococcus spp.*, *E. Coli* y *Staphylococcus aureus* (Alves, 2022).

El exceso uso de antibióticos en la producción avícola incide en la proliferación de cepas bacterianas resistentes, capaces de transferir genes de resistencia a otras cepas de la misma especie o a especies diferentes, esta situación crea dos problemáticas críticas, la emergencia y diseminación de patógenos resistentes, que representan un riesgo directo para la salud pública, y la propagación de bacterias comensales portadoras de genes de resistencia mediante elementos genéticos móviles (Álvarez et al., 2025).

Estas consecuencias subrayan la importancia de analizar de forma crítica la resistencia antimicrobiana en la avicultura. En este sentido, el presente artículo tiene como objetivo analizar de manera sistemática la resistencia a tetraciclinas en *E. Coli* y *Salmonella spp.* en sistemas de producción avícola, identificando las frecuencias de resistencia y los principales determinantes genéticos reportados en la literatura científica. En relación a este objetivo, se plantean como hipótesis:

**H1: El uso de tetraciclinas en la producción avícola actúa como un factor de presión selectiva que incrementa la frecuencia de resistencia en *E. Coli* y *Salmonella spp.*, asociada principalmente a la presencia de genes *tet*.**

**H0: El uso de tetraciclinas en la producción avícola no incrementa la frecuencia de resistencia en *E. coli* y *Salmonella spp.*, ni se asocia significativamente con la presencia de genes *tet*.**

Con el fin de delimitar el alcance del estudio y orientar el análisis de la evidencia, se plantean las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la prevalencia de resistencia a tetraciclinas en *E. coli* y *Salmonella spp*? reportada en diferentes contextos avícolas, y ¿Qué genes *tet* se encuentran asociados a la resistencia a tetraciclinas y cómo se distribuyen entre las distintas matrices productivas y ambientales?

## Metodología

La investigación se planteó bajo un diseño no experimental, con un enfoque mixto de carácter cualitativo y cuantitativo y alcance descriptivo, se fundamentó en el método analítico–sintético, empleado para desagregar la información científica proveniente de bases de datos especializadas y reorganizarla con el fin de reconocer patrones relevantes en los hallazgos, y en el método inductivo, para derivar conclusiones generales a partir de resultados particulares de los estudios revisados.

La técnica principal correspondió al análisis documental, orientado a la búsqueda, clasificación y síntesis de la evidencia disponible, conjuntamente, se planteó como instrumento de recolección de datos una matriz de sistematización destinada a extraer y caracterizar los perfiles de resistencia y la detección de genes *tet* en cepas de *E. Coli* y *Salmonella spp*. Debido al carácter descriptivo de la investigación, no se recurrió al uso de estadística inferencial, ya que la diversidad metodológica de los estudios analizados y la ausencia de condiciones homogéneas impidieron la integración cuantitativa de los resultados.

La búsqueda de literatura se realizó en bases de datos científicas de alto impacto y reconocimiento internacional, tales como MDPI, Taylor & Francis, ScienceDirect, Scopus y

PubMed, entre otras. Para garantizar la exhaustividad, se emplearon palabras clave relacionadas con el tema de estudio (por ejemplo: “*E. Coli*”, “*Salmonella spp*”, “resistencia a antibióticos”, “tetraciclinas”, “avian production”) y sus equivalentes en inglés, combinadas mediante operadores booleanos (“AND”, “OR”, “NOT”) para optimizar la recuperación de artículos pertinentes.

Como criterios de inclusión se consideraron estudios publicados en inglés o español durante los últimos cinco años (2020 - 2025), que evaluaran la resistencia a tetraciclinas en *E. Coli* y *Salmonella spp.* asociadas a la producción avícola, incluyendo investigaciones observacionales, ensayos experimentales, estudios epidemiológicos y revisiones sistemáticas que proporcionaran información suficiente sobre el origen de las muestras, tales como aves, carne, agua, materia fecal o ambientes de granja. Los criterios de exclusión abarcaron trabajos que no reportaran resultados específicos sobre tetraciclinas, así como duplicados, editoriales, tesis, cartas al editor, resúmenes de conferencias sin datos completos o estudios realizados en especies distintas a las aves de producción.

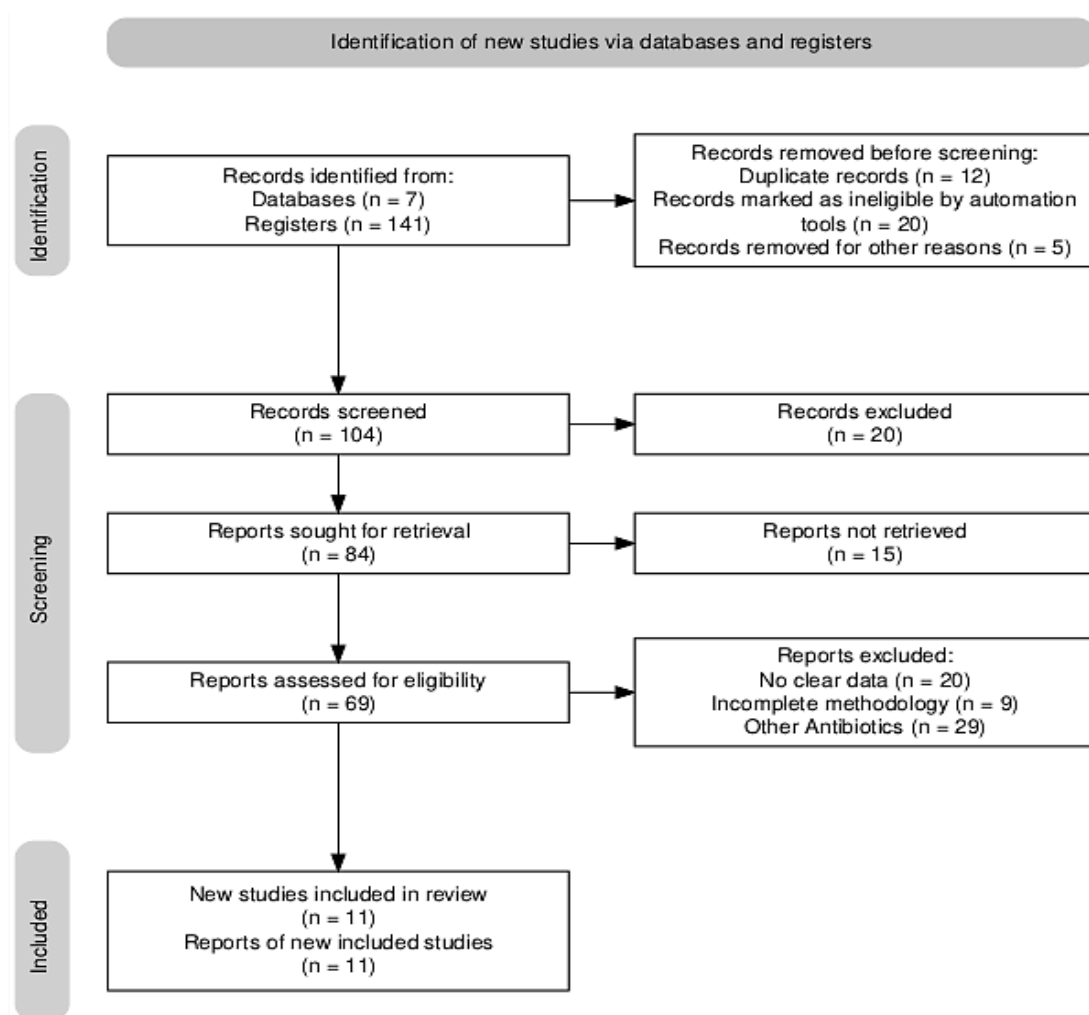
La selección de los estudios se llevó a cabo mediante un cribado sistemático de títulos y resúmenes, seguido de la revisión completa del texto, de acuerdo con la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), asegurando que los artículos cumplieran con los criterios de pertinencia, calidad metodológica y actualidad. La extracción de datos se realizó de forma estandarizada, incluyendo información sobre autor, año, tipo de estudio, agentes bacterianos, origen de las muestras y resultados de resistencia.

La búsqueda en siete bases de datos científicas arrojó un total de 141 registros relacionados con el objeto de estudio, tras eliminar 12 duplicados, 20 documentos excluidos automáticamente y 5 registros descartados por otras razones, se identificaron 104 estudios potencialmente relevantes. Se procedió a la revisión de títulos y resúmenes, donde 20 estudios

no cumplieron los criterios de inclusión, posteriormente, se evaluaron 84 informes a texto completo, de los cuales 15 no pudieron ser recuperados.

Finalmente, se analizaron 69 artículos completos, de los cuales 58 fueron descartados por carecer de datos claros (n = 20), presentar metodologías incompletas (n = 9) y evaluar la resistencia de otros antimicrobianos (n = 29). En consecuencia, 11 estudios cumplieron con los criterios establecidos y fueron incluidos en la revisión sistemática, representados por 11 informes correspondientes.

**Figura 1**  
Proceso de identificación, cribado y elegibilidad de estudios según PRISMA 2020



*Nota.* Diagrama de flujo que representa las fases de identificación, selección, elegibilidad e inclusión de los estudios considerados en la revisión sistemática, conforme a la declaración PRISMA.

## Resultados

La revisión desarrollada (Tabla 1) incluyó estudios publicados entre el 2020 y el 2025, estos evidencias de manera consistente la circulación elevada y sostenida de cepas de *E. Coli* y *Salmonella spp.* resistentes a tetraciclinas en distintos eslabones de la cadena avícola moderna. La evidencia procede de investigaciones desarrolladas en Asia, América del Sur, América del Norte y Europa, lo que confirma que la resistencia asociada al uso de tetraciclinas constituye un fenómeno global, transversal a múltiples sistemas productivos y persistentes en el tiempo.

Las investigaciones incluyeron aislamientos en heces, carne, canales procesados, agua superficies de granja y ambientes post - faenamiento, lo que demuestra una diseminación ambiental amplia y multifocal de bacterias resistentes. La mayoría de casos documentaron la presencia de genes “tet” con un predominio marcado de tetA y tetB, y en casos menos frecuentes tetC, tetE, tetM, tetO, tetX, además de variantes adicionales detectadas en estudios de vigilancia molecular. En el contexto metodológico, aplicaron variaciones de cultivo bacteriano, pruebas de susceptibilidad antimicrobiana por difusión o MIC, y PCR para confirmación genética, lo que permitió caracterizar de forma integrada los perfiles fenotípicos y genotípicos.

**Tabla 1.**

*Evidencia científica de la resistencia de la E. Coli y Salmonella spp a las tetraciclinas.*

Autor	País / Región	Tipo de estudio	Agente / Origen	Métodos	Resistencia a tetraciclinas y genes asociados
Alam et al., 2023	China	Transversal + vigilancia molecular	<i>E. Coli</i> / Heces	Cultivo; AST (MIC + discos); PCR	Resistencia muy alta a tetraciclina (90.1%), con confirmación de <i>tetA</i> y <i>tetB</i> , lo que indica predominio de mecanismos de eflujo clásicos en cepas aviarias.
Azevedo et al., 2025	Brasil	Vigilancia en cadena avícola	<i>E. Coli</i> , <i>Salmonella</i> / Carne y ambiente	Cultivo; Kirby-Bauer; PCR	Resistencia elevada a TET: 88.66% en <i>Salmonella</i> y 64.62% en <i>E. Coli</i> . Se detecta amplia diversidad de genes tet (A, B, C, E, M, O), indicando circulación simultánea de mecanismos de eflujo y protección ribosomal.
Pazra et al., 2023	Indonesia	Molecular descriptivo	<i>E. Coli</i> / Agua,	Cultivo; PCR	Reporta alta prevalencia genotípica relacionada con TET, con

			heces, ambiente		predominio de <i>tetA</i> (70.6%) y <i>tetB</i> (20.6%), además de variantes emergentes ( <i>tetC</i> , <i>tetE</i> , <i>tetM</i> , <i>tetX</i> ), evidenciando un pool genético complejo en ambientes de granja.
Dančová et al., 2024	Eslovaquia	Caracterización	<i>E. Coli</i> / Carne y granja	Cultivo; PCR; AST	Resistencia moderada a TET: 32% en hisopos cloacales y 30% en carne de pollo. Diversidad genética: alta prevalencia de <i>tetA</i> (70.6%) y presencia de <i>tetB</i> del <25%, indicando circulación de mecanismos de eflujo plasmídico como vía dominante de resistencia a tetraciclinas en <i>E. Coli</i> de origen aviar.
Cerqueira et al., 2025	Brasil	Comparativo (convencional vs. ABF)	<i>E. Coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Enterococcus</i> / Carne	Cultivo; AST	Se reportó que la <i>Salmonella spp.</i> mostró 85.3% de resistencia en producción convencional y 100% en ABF. En <i>E. Coli</i> , la resistencia fue moderada, con 44.6% (convencional) y 42% (ABF). Los resultados confirman que la resistencia a tetraciclinas se mantiene alta, incluso en sistemas libres de antibióticos.
Ribeiro et al., 2025	Portugal	Descriptivo molecular	<i>E. Coli</i> / Agua, heces, ambiente	Cultivo; AST; PCR	Alta resistencia a TET acompañada de predominio claro de <i>tetA</i> (68.4%), sin detección de <i>tetB</i> . Esto sugiere un patrón regional de mayor difusión de genes basados en eflujo tipo A.
Pourhosseini et al., 2020	Irán	Prevalencia	<i>E. Coli</i> / Heces	Cultivo; AST; genotipificación	Reporta resistencia elevada a tetraciclinas (89.8%) confirmada molecularmente por <i>tetA</i> y <i>tetB</i> . El estudio señala presión de selección asociada al uso histórico de TET en producción avícola local.
Ortega et al., 2025	Ecuador	Transversal descriptivo	<i>Salmonella enterica</i> / Carne expendida	PCR 16S; AST por discos	Resistencia del 100% a oxitetraciclina. Se identificó una de las mayores diversidades de genes tet reportadas, incluyendo tet(A–L, Y) y genes de protección ribosomal tet(O, M, S, T, W), indicando circulación de múltiples plataformas genéticas móviles.
Chea et al., 2025	Vietnam / Camboya	Prevalencia	<i>Salmonella</i> / Heces	Cultivo; AST	Resistencia elevada a tetraciclinas (89.5%). El informe destaca presencia de genes tet ampliamente distribuidos en la región, aunque sin detallar variantes, con fuerte asociación a sistemas avícolas intensivos del Sudeste Asiático.
Amancha et al., 2023	Ecuador	Vigilancia	<i>E. Coli</i> y <i>Salmonella</i> / Canales	Cultivo; AST	Tetraciclina es la resistencia más frecuente: <i>E. Coli</i> (71%) y <i>Salmonella</i> (90%). No se especifican genes tet, pero la

Punchihewage et al., 2024	EE. UU.	Transversal	<i>Salmonella</i> / Canales enteras	Enriquecimiento USDA-FSIS; Sensititre; PCR	magnitud sugiere circulación de determinantes clásicos ( <i>tetA/tetB</i> ). Resistencia a TET del 82.8%. Se confirmaron <i>tetA</i> y <i>tetB</i> , asociados principalmente a serovares S. Kentucky e S. Infantis.
---------------------------	---------	-------------	-------------------------------------	--	--

*Nota.* Matriz diseñada para la extracción, organización y caracterización de los perfiles de resistencia y genes tet en *E. Coli* y *Salmonella* spp. a partir de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

En conjunto, la evidencia determina que la resistencia a tetraciclinas fue relativamente alta, en los estudios de Cerqueria et al. (2025) y Ortega et al. (2025) hasta el 100% de resistencia en *Salmonella* spp. Por su parte Alam et al. (2023) reportaron 90.1% de resistencia en *E. Coli*, valores comparables a los descritos por Pourhossein et al. (2022) que mantiene el 89.8% en *E. Coli* y a los registrados por Chea et al., quienes documentaron una prevalencia de 89.5% en *Salmonella* spp.

Además, estos resultados coinciden con lo observado por Amancha et al. (2023), quienes identificaron que la tetraciclina continúa siendo el antibiótico con mayor resistencia, alcanzando 90% en *Salmonella* spp. y 71% en *E. Coli*. De manera concordante, Azevedo et al. (2025) reportaron valores igualmente elevados, con 88.66% de resistencia en *Salmonella* y 64.62% en *E. Coli*, lo que confirma que el problema persiste incluso en sistemas productivos controlados.

En la misma línea, Punchihewage et al. (2024) documentaron 82.8% de resistencia en *Salmonella* spp. aislada de canales enteras, ubicando estos valores dentro de los rangos altos observados a nivel global. Por su parte, Pazra et al. (2023) y Ribeiro et al. (2025) reportaron porcentajes intermedios de resistencia en *E. Coli*, con 70.6% y 68.4%, respectivamente, en muestras de agua, heces y ambiente, lo que evidencia que la presión antimicrobiana también se expresa de forma sostenida en matrices externas al hospedador. Finalmente, los parámetros más bajos se registraron en el estudio de Dančová et al. (2024), con 32% de resistencia de *E. Coli* en hisopos cloacales y 30% en muestras de carne de pollo.

En relación con los determinantes genéticos, los estudios de Pazra et al. (2023), Ribeiro et al. (2025) y Dančová et al. (2024), coinciden en señalar que el gen tetA fue el de mayor representatividad dentro de los perfiles de resistencia, consolidándose como el determinante más frecuente tanto en matrices ambientales como en aislamientos procedentes de granja y de carne de pollo.

De forma complementaria, el gen tetB también fue identificado como un determinante relevante en varios trabajos, particularmente en aquellos que incorporaron una caracterización molecular más exhaustiva, como los realizados por Pazra et al. (2023), Punchihewage et al. (2024) y Dančová et al. (2024), aunque su frecuencia resultó menor en comparación con tetA, su detección reiterada en diferentes contextos confirma que ambos genes constituyen el núcleo principal de los mecanismos genéticos asociados a la resistencia a tetraciclinas en las poblaciones evaluadas.

Además de tetA y tetB, también reportaron la presencia de otros determinantes menos frecuentes entre ellos tetC, tetE, tetM, tetO y tetX cuyo hallazgo, aunque puntual, evidencia la circulación de un repertorio genético más diverso (Alam et al., 2023; Pazra et al.; 2023). Si bien estos genes aparecieron con prevalencias considerablemente inferiores, su detección sugiere la existencia de reservorios secundarios de resistencia que pueden contribuir a la persistencia y dispersión de la resistencia a tetraciclinas en los diferentes entornos evaluados (Gargano et al., 2021; Pavelquesi et al., 2021).

## **Discusión**

Más allá de los porcentajes de resistencia y de la identificación de genes tet, los estudios revisados muestran que la resistencia a tetraciclinas se encuentra distribuida en una amplia variedad de matrices a lo largo de la cadena productiva. Cerqueira et al. (2025) y Ortega et al. (2025) la identificaron en sistemas de producción avícola, incluyendo pollos vivos y ambientes

de granja, mientras que Alam et al. (2023), Pourhossein et al. (2022), Chea et al. (2022) y Amancha et al. (2023) la documentaron principalmente en aislamientos de origen fecal.

Azevedo et al. (2025) aportaron evidencia y muestras asociadas al sistema productivo de granjas intensivas, y Punchihewage et al. (2024) la detectaron en canales enteras destinadas a consumo humano. De igual manera, Pazra et al. (2023) y Ribeiro et al. (2025) confirmaron su presencia en matrices ambientales como agua, heces y superficies de granja, mientras que Dančová et al. (2024) la reportó tanto en hisopos cloacales como en carne de pollo.

En general, la evidencia científica disponible manifiesta que la resistencia a tetraciclinas en la producción avícola no responde solamente a fenómenos aislados, sino que forma parte de un patrón epidemiológico ampliamente extendido. La convergencia de resultados a nivel global ratifica que este tipo de resistencia se ha afianzado como un rasgo dominante en las poblaciones bacterianas vinculadas a la producción avícola, esto implica un desafío creciente para la inocuidad alimentaria y representa un riesgo relevante para la salud pública.

## Conclusión

**H1: El uso de tetraciclinas actúa como un factor de presión selectiva que favorece una alta frecuencia de resistencia en *E. Coli* y *Salmonella* spp., asociada predominantemente a la presencia de genes *tet*.** La evidencia analizada confirma la hipótesis planteada, al demostrar que el uso de tetraciclinas en la producción avícola actúa como un factor de presión selectiva que favorece una alta frecuencia de resistencia en *E. Coli* y *Salmonella* spp., con presencia sostenida en aves y productos derivados, este comportamiento se asocia predominantemente a la circulación de genes *tet*, lo que sustenta la persistencia de perfiles resistentes a lo largo de la cadena productiva.

¿Cómo influye el uso de tetraciclinas en la aparición y persistencia de resistencia en *E. coli* y *Salmonella spp* en la producción avícola? El uso de tetraciclinas favorece la supervivencia de cepas resistentes de *E. coli* y *Salmonella spp.*, promoviendo la presencia sostenida de perfiles genéticos resistentes en distintos contextos productivos.

¿Cuáles son los principales determinantes genéticos de resistencia a tetraciclinas en *E. coli* y *Salmonella spp*? Los genes “*tetA*” y “*tetB*” predominan y se encuentran de manera constante en aves y productos derivados, evidenciando su persistencia y circulación a lo largo de toda la cadena productiva avícola.

Con respecto al objetivo de investigación, el análisis sistemático permitió identificar la prevalencia y distribución de resistencia a tetraciclinas en *E. Coli* y *Salmonella spp.* en distintos contextos de producción avícola, mostrando que este fenómeno es dinámico, impulsado por distintos determinantes genéticos y facilitado por mecanismos de transferencia horizontal dentro de la cadena productiva. En este contexto, se recomienda profundizar en la dinámica evolutiva de los genes de resistencia y en la trazabilidad de cepas resistentes entre matrices productivas y ambientales, a fin de comprender su persistencia y diseminación a lo largo de la cadena avícola.

### Referencias bibliográficas

- Agga, G., Durso, L., & Sistani, K. (2025). Poultry litter as a soil amendment enriches antibiotic resistant enterococci. *Environmental Pollution*, 380. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2025.126531>
- Ahmed, S., Bumbangi, F., Chichonyi, A., Daka, V., Fadare, J., Godman, B., Hamachila, A., Kainga, H., Kasanga, M., Mainda, G., Mfunne, R., Mufwambi, W., Mpundu, P., Mukosha, M., Mudenda, S., Munyeme, M., Nang'andu, C., Saad, S., & Muma, J. (2022). Knowledge, Attitudes, and Practices of Community Pharmacy Professionals on Poultry Antibiotic Dispensing, Use, and Bacterial Antimicrobial Resistance in Zambia: Implications on Antibiotic Stewardship and WHO AWaRe Classification of Antibiotics. *Antibiotic Resistance: A One-Health Approach*, 11(9). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/antibiotics11091210>
- Akoda, K., Assoumy, M., Bada-Alambédji, R., Bedekelabou, A., Dagnogo, K., Kallo, V., Nimbona, F., Ossebi, W., Teko-Agbo, A., Tiecoura, R., Zeba, S., & Zobo, A. (2021).

- Antibiotic resistance of *E. Coli* and *Salmonella spp.* strains isolated from healthy poultry farms in the districts of Abidjan and Agnibilékrou (Côte d'Ivoire). *Veterinary World*, 14(4), 1020-1027. <https://doi.org/https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.1020-1027>
- Alam, G., Hassan, M., Ahaduzzaman, M., Nath, C., Dutta, P., Khanom, H., Khan, S. A., Pasha, M. R., Islam, A., Magalhaes, R., & Cobbold, R. (2023). Molecular Detection of Tetracycline-Resistant Genes in Multi-Drug-Resistant *E. Coli* Isolated from Broiler Meat in Bangladesh. *Antibiotics*, 12(2), 418. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020418>
- Álvarez, A., Cobo-Díaz, J., De Filippis, F., Ercolini, D., Nychas, G., Sequino, G., Tassou, C., Torrieri, E., Valentino, V., & Volpe, S. (2025). Environmental microbiome mapping in poultry processing chain and assessment of microbial dynamics in response to different storage conditions. *Food Microbiology*, 128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fm.2025.104734>
- Alves, L., de Freitas Neto, O. C., do Monte, D. F., Gebreyes, W. A., Kariuki, S., Lim, K., Júnior, A. B., Mesquita Souza Saraiva, M., de Oliveira, C., & Givisiez, P. (2022). Antimicrobial resistance in the globalized food chain: a One Health perspective applied to the poultry industry. *Brazilian journal of microbiology*, 53(1), 465–486. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42770-021-00635-8>
- Amancha, G., Celis, Y., Falconi, M., Irazabal, J., Nair, D., Perez, F., Thekkur, P., Verdonck, K., & Villacis, K. (2023). High levels of antimicrobial resistance in Escherichiacoli and Salmonella from poultry in Ecuador. *Rev Panam Salud Publica*, 47(15). <https://doi.org/https://doi.org/10.26633/RPSP.2023.15>
- Azevedo, G., Abreu, D., Costa, G., Silva, L., Nascimento, E., Aquino, M., & Dias, T. (2025). Tetracycline Resistance in *Salmonella spp.* and *E. Coli* from Brazilian Poultry. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 27(3). <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2025-2105>
- Baca, M., Butzin-Dozier, Z., Graham, J. P., Vinueza, L., & Waters, W. F. (2022). Antibiotic use by backyard food animal producers in Ecuador: a qualitative study. *BMC Public Health*, 22(685). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12889-022-13073-4>
- Berrocal, V., Eisenberg, J., Gavilanes, G., Hedman, H., Krawczyk, E., Trueba, G., Villacis, J., Vinueza, D., Zhang, L., & Zurita Herrera, R. (2019). Impacts of small-scale chicken farming activity on antimicrobial-resistant *E. Coli* carriage in backyard chickens and children in rural Ecuador. *One Health*, 8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2019.100112>
- Bhandari, M., Closs, G., Deblais, L., Helmy, Y., Jung, K., Kathayat, D., Lokesh, D., Rajashekara, G., Srivastava, V., & Suazo, I. (2025). The probiotic *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG supplementation reduces *Salmonella* load and modulates growth, intestinal morphology, gut microbiota, and immune responses in chickens. *Infect Immun*, 93(5). <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/iai.00420-24>

- Buta, W. (2023). Poultry manure-derived microorganisms as a reservoir and source of antibiotic resistance genes transferred to soil autochthonous microorganisms. *Journal of Environmental Management*, 348. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119303>
- Carciochi, W., Di Martino, A., Dopchiz, M., Franco, M., Guijarro, K., Lavallén, C., Okada, E., Pellegrini, M., Pérez, D., Ponce, A., Rizzo, P., & Young, B. (2024). Effect of on-farm poultry litter composting processes on physicochemical, biological, and toxicological parameters and reduction of antibiotics and antibiotic-resistant *E. Coli*. *Waste Management*, 174, 310-319. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.12.005>
- Carrique, J., Chansiripornchai, N., & Nhung, N. (2017). Antimicrobial Resistance in Bacterial Poultry Pathogens: A Review. *Frontiers in veterinary science*, 4. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00126>
- Cerqueira, C., Da Cruz, A., Caron, E., Dellaqua, T., Ribeiro, L., Tadielo, L., De Figueiredo Pantoja, J., Viana, G., Rossi, M., Spanu, C., Possebon, F., & Pereira, J. (2025). Antimicrobial Resistance in Chicken Meat: Comparing *Salmonella*, *E. Coli*, and Enterococcus from Conventional and Antibiotic-Free Productions. *Microorganisms*, 13(10), 2227. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13102227>
- Chea, B., Kong, S., Thim, S., Ban, N., Chrun, R., Venn, V., Fernandez, C., & Kang, K. (2025). Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella spp.* isolated from swine and poultry farms in Cambodia. *Veterinary World*, 18(4), 918–926. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2025.918-926>
- Cheng, D., Feng, Y., Li, Z., Liu, Y., & Xue, J. (2019). Dynamics of oxytetracycline, sulfamerazine, and ciprofloxacin and related antibiotic resistance genes during swine manure composting. *Journal of Environmental Management*, 230, 102-109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.074>
- CONAVE. (2024). Estadísticas del sector avícola público. *CONAVE*: <https://conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>
- Dančová, N., Gregová, G., Szabóová, T., Regecová, I., Király, J., Hajdučková, V., & Hudecová, P. (2024). Quinolone and Tetracycline-Resistant Biofilm-Forming *E. Coli* Isolates from Slovak Broiler Chicken Farms and Chicken Meat. *Applied Sciences*, 14(20), 9514. <https://doi.org/10.3390/app14209514>
- Dhand, A., LaPlante, K. L., Lauterio, M., & Wright, K. (2022). Re-establishing the utility of tetracycline-class antibiotics for current challenges with antibiotic resistance. *Annals of Medicine*, 54(1), 1686–1700. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/07853890.2022.2085881>
- Erdaw, M., & Beyene, W. (2022). Trends, prospects and the socio-economic contribution of poultry production in sub-Saharan Africa: a review. *World S Poultry Science Journal*, 78(3), 835-852. <https://doi.org/10.1080/00439339.2022.2092437>

- Franco, O., Rodrigues, G., & Santos, L. (2022). Antimicrobial Peptides Controlling Resistant Bacteria in Animal Production. *Sec. Antimicrobials, Resistance and Chemotherapy*, 13. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.874153>
- Gargano, V., Sciortino, S., Gambino, D., Costa, A., Agozzino, V., Reale, S., Alduina, R., & Vicari, D. (2021). Antibiotic Susceptibility Profile and Tetracycline Resistance Genes Detection in *Salmonella spp.* Strains Isolated from Animals and Food. *Antibiotics*, 10(7), 809. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10070809>
- Haddaway, N., Page, M., Pritchard, C., & McGuinness, L. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis Campbell Systematic Reviews, 18, e1230. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>
- Hedman, H. D., Vasco, K., & Zhang, L. (2020). A Review of Antimicrobial Resistance in Poultry Farming within Low-Resource Settings. *Animals*, 10(8), 1264. <https://doi.org/10.3390/ani10081264>
- Krawczyk, S., Leśniczak, M., Gowin, E., & Szaflarski, W. (2024). Mechanistic Insights into Clinically Relevant Ribosome-Targeting Antibiotics. *Biomolecules*, 14(10), 1263. <https://doi.org/10.3390/biom14101263>
- Mak, P., Rehman, M., Kiarie, E., Topp, E., & Diarra, M. (2022). Production systems and important antimicrobial resistant-pathogenic bacteria in poultry: a review. *Journal Of Animal Science And Biotechnology/Journal Of Animal Science And Biotechnology*, 13(1), 148. <https://doi.org/10.1186/s40104-022-00786-0>
- Mohamed, M. R., Mohammed, Z., Olfa, B. B., Mohammed, B., & Hamid, H. A. (2021). Antimicrobials use in broiler chicken breeding: case of the ain Defla province (ALGERIA). *Plant Archives*, 21(2). <https://doi.org/10.51470/plantarchives.2021.v21.no2.046>
- Mouiche, M., Wouembe, F., Mpouam, S., Moffo, F., Djuntu, M., Toukam, C., Kameni, J., Okah-Nnane, N., & Awah, J. (2022). Cross-Sectional Survey of Prophylactic and Metaphylactic Antimicrobial Use in Layer Poultry Farming in Cameroon: A Quantitative Pilot Study. *Frontiers In Veterinary Science*, 9, 646484. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.646484>
- Ortega, J., Arauz, D., y Cruz, S. (2025). valuación de antibiorresistencia de Salmonella enterica aislada de carne de pollo expendida en Ambato. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 7(4). 1–10. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v7i4.1540>
- Palma, A., & Sabando, E. (2023). Producción y consumo avícola en Manabí. Una comparación interna entre demanda y consumo. *593 Digital Publisher CEIT*, 8, 777-793. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9124206>
- Pavelquesi, S., De Oliveira, A., Rodrigues, A., De Souza, C., Orsi, D., & Da Silva, I. (2021). Presence of Tetracycline and Sulfonamide Resistance Genes in *Salmonella spp.*:

- Literature Review. Antibiotics*, 10(11), 1314.  
<https://doi.org/10.3390/antibiotics10111314>
- Pazra, D., Latif, H., Basri, C., Wibawan, I., & Rahayu, P. (2023). Distribution analysis of tetracycline resistance genes in *E. Coli* isolated from floor surface and effluent of pig slaughterhouses in Banten Province, Indonesia. *Veterinary World*, 16(3), 509–517. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2023.509-517>
- Pourhossein, Z., Asadpour, L., Habibollahi, H., & Shafighi, S. T. (2020). Antimicrobial resistance in fecal *E. Coli* isolated from poultry chicks in northern Iran. *Gene Reports*, 21, 100926. <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2020.100926>
- Punchihewage, A., Schwarz, J., Diria, A., Bowers, J., & Parveen, S. (2024). Prevalence and antibiotic resistance of Salmonella in organic and non-organic chickens on the Eastern Shore of Maryland, USA. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1272892. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1272892>
- Ribeiro, J., Silva, V., Igrejas, G., Heleno, S. A., Reis, F. S., & Poeta, P. (2025). Antimicrobial Resistance and Virulence in *E. Coli* from Broiler Production Unit: Genetic Insights for One Health. *Medical Sciences Forum*, 35(1), 2. <https://doi.org/10.3390/msf2025035002>
- Tripathi, A., Jaiswal, A., Kumar, D., Pandit, R., Blake, D., Tomley, F., Joshi, M., Joshi, C., & Dubey, S. (2025). Whole genome sequencing revealed high occurrence of antimicrobial resistance genes in bacteria isolated from poultry manure. *International Journal Of Antimicrobial Agents*, 65(3), 107452. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2025.107452>