

## RESISTENCIA ANTIMICROBIANA EN POLLITOS DE UN DÍA. IMPLICACIONES DESDE LA VISIÓN “UNA SALUD”

### Antimicrobial resistance in day-old chicks. Implications from a “One Health” approach

 Oshin Ley-García<sup>1</sup>,  Yandy Abreu Jorge<sup>1</sup>,  Virginia Masdeus-Fonseca<sup>2</sup>,  
 Pastor Alfonso<sup>1\*</sup>,  María I. Percedo Abreu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Epidemiología, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA),  
Centro Colaborador de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA/WOAH)  
para la Reducción del Riesgo de Desastres, San José de las Lajas 32700, Mayabeque, Cuba.  
<sup>2</sup>Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Aviar (LIDA) “Jesús Menéndez”, La Habana, Cuba.

**RESUMEN:** La resistencia antimicrobiana (RAM) representa una amenaza creciente para la salud pública global, y su contención requiere un enfoque multisectorial “Una Salud”. El presente estudio caracterizó los perfiles de resistencia antimicrobiana en aislados extraintestinales de *Escherichia coli* (*E. coli*) en pollitos de un día nacidos en incubadoras, procedentes de granjas avícolas comerciales del occidente de Cuba, del 2014 al 2017. Se analizaron 287 aislados procedentes de 68 granjas avícolas comerciales de tres provincias: La Habana, Artemisa y Mayabeque, del occidente de Cuba. En las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana se analizaron 14 antibióticos de interés terapéutico. En 166 aislados se constataron variaciones en la frecuencia de resistencia a diferentes antibióticos, particularmente alta a las clases de Macrólidos, Sulfamidas, Tetraciclinas y Quinolonas. En general, el 69% de los aislados de *E. coli* presentaron multirresistencia, marcado por un 41 % con resistencia hacia seis clases de antibióticos en el 2017. Los hallazgos sugieren una posible transmisión vertical desde las aves progenitoras y una diseminación ambiental desde las incubadoras, lo que plantea riesgos para la salud animal, humana y ambiental. Se destaca la necesidad de fortalecer la vigilancia microbiológica y aplicar estrategias integradas de prevención y control en la producción avícola bajo el enfoque “Una Salud”.

**Palabras clave:** Resistencia antimicrobiana, Una Salud, *Escherichia coli*, aves.

**ABSTRACT:** Antimicrobial resistance (AMR) represents a growing threat to global public health, and its containment requires a multisectorial “One Health” approach. This study characterized the antimicrobial resistance profiles in extraintestinal *Escherichia coli* (*E. coli*) isolates from day-old chicks hatched in commercial hatcheries, sourced from commercial poultry farms in western Cuba, between 2014 and 2017. A total of 287 isolates from 68 commercial poultry farms across three provinces in western Cuba: La Habana, Artemisa and Mayabeque, were analyzed. Antimicrobial susceptibility testing included 14 therapeutically relevant antibiotics. Among the isolates, 166 exhibited variations in resistance frequency to different antibiotics, with particularly high resistance observed to Macrolides, Sulfonamides, Tetracyclines, and Quinolones. Overall, 69 % of the *E. coli* isolates exhibited multidrug resistance, with 41 % showing resistance to six antibiotic classes by 2017. The findings suggest possible vertical transmission from breeder flocks and environmental dissemination within hatcheries, posing risks to animal, human and environmental health. This underscores the need to strengthen microbiological surveillance and implement integrated prevention and control strategies in poultry production based on the “One Health” approach.

**Key words:** Antimicrobial resistance, One Health, *Escherichia coli*, poultry.

La resistencia antimicrobiana (RAM) constituye una amenaza creciente para la salud pública global, al comprometer la eficacia de los tratamientos frente a infecciones bacterianas en humanos y animales (1). Organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de

las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) promueven su abordaje desde el enfoque “Una Salud”, que reconoce la interconexión entre la salud humana, animal y ambiental (2). Uno de los principales factores que contribuyen a la aparición de bacterias resistentes es el uso excesivo de antimicrobianos para la promoción del crecimiento y la prevención de enfermedades durante varios años en la producción animal (3).

\*Corresponding author: Oshin Ley-García. E-mail: [oshinley@gmail.com](mailto:oshinley@gmail.com)

Recibido: 10/12/2025

Aceptado: 30/12/2025

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

**Contribución de autores:** OLG: Conceptualización; Curación de datos; Análisis formal; Metodología; Visualización; Escritura - borrador original; Redacción - revisión y edición. YA: Curación de datos; Visualización. VM: Investigación; Recursos. PA: Adquisición de fondos; Administración del proyecto; Supervisión; Validación. MIP: Supervisión; Validación; Redacción - revisión y edición. Todos los autores han leído y aprobado la versión final del manuscrito.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Aunque recientemente se reporta una considerable disminución del uso de antimicrobianos en animales y una práctica más prudente en profesionales de sanidad animal a nivel global (4), esta situación dista de ser uniforme en todos los países. Así, la estrecha asociación entre el uso de antibióticos en la producción animal y la resistencia en humanos, por la transferencia de la resistencia a través de los productos de origen animal a los humanos (5,6) es un asunto de máxima prioridad que requiere la colaboración multisectorial que impulsa el enfoque "Una Salud".

Notablemente, las bacterias de los animales de granja son consideradas como reservorios de genes de resistencia a los antibióticos (7). En este contexto, el problema de la RAM en la producción avícola debe entenderse desde dos perspectivas diferentes: (i) la aparición y diseminación de patógenos zoonóticos resistentes a los antimicrobianos que representan un peligro directo para la salud pública, y (ii) la aparición y diseminación de bacterias comensales portadoras de genes de RAM en elementos genéticos móviles que pueden contribuir además como fuente de importantes genes de resistencia potencialmente transferidos a bacterias patógenas dentro de un huésped determinado o en el ambiente (8).

La comercialización de huevos es uno de los sectores de producción de alimentos más importantes (9). En Cuba, la producción anual de huevos diarios supera los 1223 millones (10). El ciclo de producción comercial de huevos comienza con pollitas de un día suministradas por incubadoras comerciales (11). La colibacilosis, causada por *E. coli*, es la enfermedad bacteriana más frecuente en las especies aviares, además de ser considerada como la primera causa de muerte en el sector avícola y responsable de elevadas pérdidas económicas (12).

Por otra parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoció a *E. coli* como microorganismo centinela e indicador clave, relevante y representativo de la magnitud y las tendencias del problema mundial de la RAM (2). Además, *E. coli* es muy buen indicador bacteriano en los animales y los seres humanos debido tanto a su hábitat gastrointestinal, como a su capacidad para capturar y transferir horizontalmente genes de resistencia que pueden propagarse a las bacterias zoonóticas y a otras bacterias (13). Aunque existen estudios sobre la susceptibilidad antimicrobiana de *E. coli* en aves comerciales en Cuba (14-16), no se ha explorado la situación en pollitos de un día durante su estancia en plantas de incubación. Esta etapa temprana podría ser clave en la transmisión vertical de cepas multirresistentes desde las aves progenitoras o por contaminación ambiental.

Este estudio tuvo como objetivo caracterizar los perfiles de resistencia antimicrobiana en aislados extraintestinales de *E. coli* obtenidos de pollitos de un día procedentes de granjas avícolas comerciales del occidente de Cuba, en el período 2014-2017, y discutir sus implicaciones desde el enfoque "Una Salud".

Se realizó un estudio retrospectivo de corte transversal para caracterizar la resistencia antimicrobiana en aislados clínicos extraintestinales de *E. coli*, a partir de resultados de antibiogramas realizados en el Laboratorio de Investigación y Diagnóstico Aviar (LIDA) durante el período 2014-2017. Se analizaron 287 aislados de *E. coli* procedentes de 68 granjas avícolas comerciales de tres provincias: La Habana, Artemisa y Mayabeque, del occidente de Cuba.

Las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana se realizaron en agar difusión, según instrucciones del Instituto de Normas de Laboratorio Clínico (CLSI, del inglés) (17). Se utilizaron 14 antibióticos de interés terapéutico: amoxicilina (AMC 10µg), ampicilina (AMP 10µg), enrofloxacin (ENR 5µg), eritromicina (ERI 15µg), estreptomycin (EST 10µg), gentamicina (GEN 10µg), kanamicina (KAN 30µg), neomicina (NEO 30µg), norfloxacin (NOR 10µg), oxitetraciclina (OXT 30µg), sulfonamida (SUL 300µg), trimetoprim/sulfametazol o cotrimoxazol (SXT 25µg), tetraciclina (TET 30µg), trimetoprim (TRI 5µg). Se utilizó *E. coli* ATCC 25922 como cepa de referencia para el control de calidad de las pruebas de sensibilidad a los antibióticos. La interpretación de los resultados se basó en los puntos de corte clínicos establecidos por el CLSI para Enterobacteriaceae (13), como guía de referencia para clasificar los aislados en 3 categorías: Susceptible (S), Intermedio (I) o Resistente (R). La multirresistencia (MDR) se definió como la resistencia adquirida a dos o más clases de antibióticos, según criterios propuestos por Magiorakos *et al.* (18).

Para realizar el análisis estadístico se calculó la frecuencia de resistencia como la proporción de aislados con RAM entre el total de aislados analizados. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva, con inclusión de los estadígrafos: media, valor mínimo (mín) y valor máximo (máx), también se calculó el intervalo de confianza (IC) para un 95%. El análisis estadístico se realizó con el lenguaje de programación *R versión 3.6.1* (19).

Durante el período 2014-2017 se obtuvieron 166 aislados extraintestinales de *E. coli* en pollitos de un día de edad, procedentes de incubadoras comerciales del circuito productivo de granjas avícolas del occidente del país. Todos los aislados analizados correspondieron a aves con signos clínicos de colibacilosis cuyas muestras se remitieron al laboratorio para confirmación diagnóstica.

## A. FRECUENCIA DE RESISTENCIA ANTIMICROBIANA

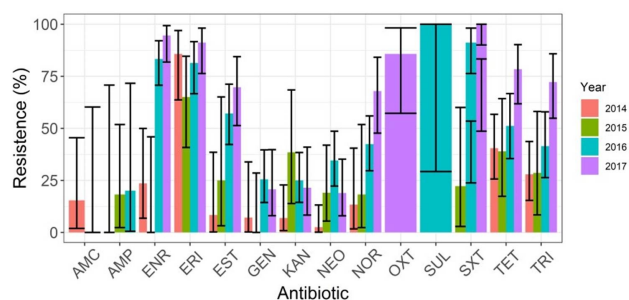
El 100 % de los aislados mostró resistencia al menos a uno de los 14 antibióticos evaluados. Se observaron variaciones en la frecuencia de RAM durante el período de estudio (Figura 1). Al inicio del período (2014) la frecuencia de RAM osciló entre 5-45%, pero en el 2017 alcanzó cifras superiores al 70% para ocho de los antibióticos analizados.

## B. RESISTENCIA A CLASES DE ANTIBIÓTICOS

Los aislados de *E. coli* mostraron resistencia a varias clases de antibióticos (Tabla 1), marcado por la alta resistencia hacia las clases de antibióticos: Macrólidos, Sulfamidas, Tetraciclinas y Quinolonas.

## C. MULTIRESISTENCIA A CLASES DE ANTIBIÓTICOS

Según los patrones de resistencia de clases de antibióticos observados en los aislados de *E. coli*, el 69% mostró multirresistencia (MDR) a lo largo del período de estudio (Figura 2). Este patrón se intensificó al final del período (2017), con aumentos de resistencia hacia cinco y seis clases de antibióticos, marcado por un 41% de aislados con resistencia hacia seis clases de antibióticos.

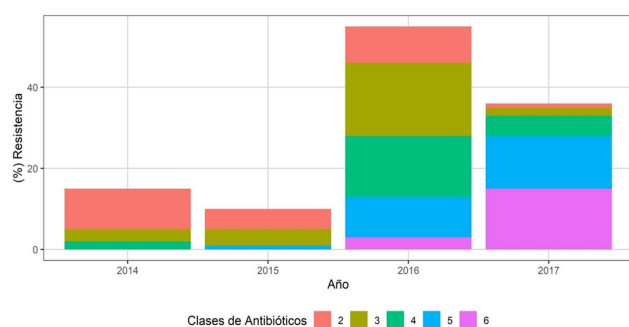


**Figura 1.** Frecuencia de resistencia antimicrobiana de aislados clínicos extraintestinales de *Escherichia coli* en pollitos de un día durante el periodo 2014-2017. Abreviaciones: amoxicilina (AMC), ampicilina (AMP), enrofloxacina (ENR), eritromicina (ERI), estreptomycin (EST), gentamicina (GEN), kanamicina (KAN), neomicina (NEO), norfloxacina (NOR), oxitetraciclina (OXT), sulfonamida (SUL), trimetoprim/sulfametazol o cotrimoxazol (SXT), tetraciclina (TET), trimetoprim (TRI). / *Frequency of antimicrobial resistance in extraintestinal clinical isolates of Escherichia coli from day-old chicks during the 2014-2017 period. Abbreviations: amoxicillin (AMC), ampicillin (AMP), enrofloxacin (ENR), erythromycin (ERI), streptomycin (EST), gentamicin (GEN), kanamycin (KAN), neomycin (NEO), norfloxacin (NOR), oxytetracycline (OXT), sulfonamide (SUL), trimethoprim/sulfamethoxazole or cotrimoxazole (SXT), tetracycline (TET), trimethoprim (TRI).*

**Tabla 1.** Resistencia a clases de antibióticos de aislados clínicos extraintestinales de *Escherichia coli* en pollitos de un día durante el periodo 2014-2017. / *Antimicrobial resistance to antibiotic classes in extraintestinal clinical isolates of Escherichia coli from day-old chicks during the 2014-2017 period.*

Clases de antibióticos	AMI	BET	DIA	MAC	QUI	SUL	TET
<b>Media</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>39</b>	<b>78</b>	<b>46</b>	<b>65</b>	<b>48</b>
<b>Valor Mínimo</b>	15	13	30	76	18	47	46
<b>Valor Máximo</b>	38	20	49	85	65	73	75

Leyenda: Aminoglucósidos (AMI), Betalactámicos (BET), Diaminopiridinas (DIA), Macrólidos (MAC), Quinolonas (QUI), Sulfamidas (SUL), Tetraciclinas (TET). / *Aminoglycosides (AMI), Beta-lactams (BET), Diaminopyrimidines (DIA), Macrolides (MAC), Quinolones (QUI), Sulfonamides (SUL), Tetracyclines (TET).*



**Figura 2.** Multiresistencia a clases de antibióticos de aislados clínicos extraintestinales de *Escherichia coli* en pollitos de un día durante el periodo 2014-2017. Clases incluidas: Aminoglucósidos, Betalactámicos, Diaminopiridinas, Macrólidos, Quinolonas, Sulfamidas y Tetraciclinas. / *Multidrug resistance by number of antibiotic classes in extraintestinal clinical isolates of Escherichia coli from day-old chicks during the 2014-2017 period. Classes included: Aminoglycosides, Beta-lactams, Diaminopyrimidines, Macrolides, Quinolones, Sulfonamides, and Tetracyclines.*

La epidemiología de la resistencia antimicrobiana de *E. coli* es compleja y el papel potencial de las aves progenitoras como posible reservorio es actualmente objeto de análisis desde diferentes perspectivas (20). Los resultados del presente estudio demostraron la capacidad de *E. coli*

para colonizar pollitos de un día de edad y la importancia de comprobar la multiresistencia antimicrobiana en aislados obtenidos desde tan temprana edad por sus implicaciones epidemiológicas para el sector productivo avícola y la salud pública desde la perspectiva de "Una Salud".

Los aislados analizados provienen de pollitos de un día de edad, sin tratamiento terapéutico previo y los patrones de resistencia encontrados pueden sugerir la posibilidad de transmisión vertical de *E. coli* resistente a antibióticos desde las aves progenitoras, las cuales pueden ser reservorios de esas y otras bacterias resistentes que pueden ser transferidas a la descendencia a través de la contaminación de la cáscara del huevo durante la puesta (21).

Otro aspecto importante a destacar es la persistencia del microorganismo de *E. coli* en el ambiente. También se refiere como uno de los microorganismos con mayor frecuencia de contaminación en plantas de incubación (22). Las condiciones higiénicas sanitarias en plantas de incubación desempeñan un papel importante de exposición del ambiente a antibióticos y genes de resistencia (21). Aunque no se puede excluir otros posibles eventos de contaminación que ocurran en las plantas de incubación por déficit en la bioseguridad, o posteriormente en las granjas de aves comerciales.

La adquisición de resistencia en patógenos asociados a los alimentos de origen animal puede dar lugar a infecciones de fácil propagación y difícil tratamiento, que en algunos casos suelen ser mortales (23). Además, los residuos de antibióticos en alimentos (ej.: carne, huevos, etc.) se relacionan con varios efectos secundarios, como la toxicidad, nefropatías, inmunopatologías, la mutagenicidad y, sobre todo, la transferencia de resistencia antibiótica entre las bacterias multiresistentes (MDR) y las comensales, que puede contribuir al desequilibrio de la microbiota intestinal y suponer un peligro para la salud humana (24).

La presencia de *E. coli* en las plantas de incubación no solo supone un riesgo desde el punto de vista de su transmisión alimentaria, sino también es un riesgo para los trabajadores por el carácter zoonótico de este patógeno. La posible transferencia de genes de resistencia entre diferentes patógenos mediante la vía horizontal por contacto directo con los animales también supone todo un reto. La propagación global de *E. coli* multiresistente en la pirámide de producción avícola es una preocupación real para la medicina humana y veterinaria. La transferibilidad de *E. coli* multiresistente o determinantes de resistencia móviles de las aves a los humanos ha sido indicada en varios estudios (22,25).

Los resultados de este estudio indican la necesidad de incrementar la vigilancia de bacterias comensales y zoonóticas desde las fases previas de los ciclos de la producción animal primaria en la cadena alimentaria, lo cual puede proporcionar información valiosa sobre genes de resistencia antimicrobiana circulantes, y sobre la dinámica y tendencia de susceptibilidad antimicrobiana en granjas comerciales avícolas.

### CONCLUSIONES

Este estudio evidenció, por primera vez, la dinámica y tendencia de los perfiles de resistencia antimicrobiana de *E. coli* en pollitos de un día de edad dedicados a la producción comercial de huevos en el occidente de Cuba. Estos resultados sugieren la posible transmisión vertical desde las incubadoras y su propagación a través del ambiente, lo cual pudiera ser un factor importante en la diseminación del patógeno multirresistente en la industria avícola, así como la necesidad del enfoque multisectorial a "Una Salud" en la aplicación de nuevas estrategias de prevención y control en los sistemas de producción de aves comerciales.

### FINANCIAMIENTO

Este estudio fue financiado por el proyecto 9472: *Contribución al perfeccionamiento del sistema de información y vigilancia de enfermedades prioritarias de los animales en Cuba, FONCI*. El financiador del estudio no tuvo participación en el diseño del estudio, la recolección de datos, el análisis de datos, la interpretación de los resultados ni en la redacción del informe.

### REFERENCIAS

- Coppola N, Cordeiro NF, Trenchi G, Esposito F, Fuga B, Fuentes-Castillo D, et al. Imported One Day-Old Chicks as Trojan Horses for Multidrug-Resistant Priority Pathogens Harboring mcr-9, rmtG, and Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase Genes. *Appl Environ Microbiol* [Internet]. 2022 Jan 1 [cited 2022 Jul 11];88(2): e0167521. Available from: <https://journals.asm.org/doi/10.1128/AEM.01675-21>
- World Health Organization. WHO integrated global surveillance on ESBL-producing *Escherichia coli* using a One Health approach: implementation and opportunities. Geneva: WHO; 2021. Available from: <https://www.who.int/publications/item/9789240021402>
- Montoro-Dasi L, Villagra A, Sevilla-Navarro S, Pérez-Gracia MT, Vega S, Marin C. The dynamic of antibiotic resistance in commensal *Escherichia coli* throughout the growing period in broiler chickens: fast-growing vs. slow-growing breeds. *Poult Sci*. 2020 Mar 1;99(3):1591-7. doi: [10.1016/j.psj.2019.10.080](https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.10.080)
- Murray CJ, Ikuta KS, Sharara F, Swetschinski L, Robles Aguilar G, Gray A, et al. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet*. 2022 Feb 12;399(10325):629-55. doi: [10.1016/S0140-6736\(21\)02724-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)02724-0)
- Despotovic M, de Nies L, Busi SB, Wilmes P. Reservoirs of antimicrobial resistance in the context of One Health. *Curr Opin Microbiol*. 2023 Jun; 73:102291. doi: [10.1016/j.mib.2023.102291](https://doi.org/10.1016/j.mib.2023.102291). Epub 2023 Mar 11. PMID: 36913905; PMCID: PMC10265130.
- Lautan O, Cheng YH, Pranata R, Chen YY, Shi YH, Chen SN, Chen RJ. Antimicrobial-resistant (AMR) bacteria in the food chain: Current challenges and global mitigation strategies. *One Health*. 2025; 21:101273. doi: [10.1016/j.onehlt.2025.101273](https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2025.101273).
- Ghaffar A, Liljebjelke K, Checkley SL, et al. Layer chicken manure as a hotspot for the dissemination of microbial communities and antimicrobial resistance genes: metagenomic insights. *Anim Dis*. 2025; 5:50. doi:[10.1186/s44149-025-00204-8](https://doi.org/10.1186/s44149-025-00204-8).
- de Mesquita Souza Saraiva M, Lim K, do Monte DFM, Givisiez PEN, Alves LBR, de Freitas Neto OC, et al. Antimicrobial resistance in the globalized food chain: a One Health perspective applied to the poultry industry. *Brazilian J Microbiol* [Internet]. 2022 Mar [cited 2022 Jul 11];53(1):465-86. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42770-021-00635-8>
- Dougnon P, Dougnon V, Legba B, Fabiyi K, Soha A, Koudokpon H, Sintondji K, Deguenon E, Hounmanou G, Quenum C, Aminou T, Lokossou R, Togla I, Boko C, Djossa B, Assogba-Komlan F, Baba-Moussa L. Antibiotic profiling of multidrug-resistant pathogens in one-day-old chicks imported from Belgium to Benin. *BMC Vet Res*. 2023;19(1):17. doi:[10.1186/s12917-023-03570-y](https://doi.org/10.1186/s12917-023-03570-y)
- Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI). Anuario Estadístico de Cuba. Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. Edición 2023 [Internet]. La Habana: ONEI; 2023 [cited 2026 Jan 18]. Available from: <https://www.onei.gob.cu/sites/default/files/publicaciones/2025-01/09-agropecuario.pdf>
- Risalvato J, Sewid AH, Eda S, Gerhold RW, Wu JJ. Strategic detection of *Escherichia coli* in the poultry industry: food safety challenges, One Health approaches, and advances in biosensor technologies. *Biosensors*. 2025;15(7):419. doi:[10.3390/bios15070419](https://doi.org/10.3390/bios15070419).
- Nolan LK, Barnes HJ, Vaillancourt JP, Abdul-Aziz T, Logue CM. *Colibacillosis*. In: Swayne DE, editor. *Diseases of Poultry*. 14th ed. Wiley-Blackwell; 2020.
- Al-Khalaifah H, Rahman MH, Al-Surrayai T, Al-Dhumair A, Al-Hasan M. A One-Health perspective of antimicrobial resistance (AMR): human, animals and environmental health. *Life (Basel)*. 2025;15(10):1598. doi:[10.3390/life15101598](https://doi.org/10.3390/life15101598).
- Hernández-Fillor RE, Báez-Arias M, Alfonso-Zamora P, Espinosa I. Susceptibilidad antimicrobiana y formación de biopelícula en aislados de *Escherichia coli* procedentes de gallinas ponedoras. Antimicrobial susceptibility and biofilm formation in *Escherichia coli* isolates from laying hens. *Rev Salud Anim* [Internet]. 2017;39(3):1-13. Available from: <http://revistas.censa.edu.cu/index.php/RSA/article/view/917/961>
- Baez M, Espinosa I, Collaud A, Miranda I, Montano D de las N, Feria AL, et al. Genetic Features of Extended-Spectrum  $\beta$ -Lactamase-Producing *Escherichia coli* from Poultry in Mayabeque Province, Cuba. *Antibiotics* [Internet]. 2021 Jan 22 [cited 2021 Feb 22];10(2):107. Available from: <https://www.mdpi.com/2079-6382/10/2/107>

16. Ley García O, Abreu Jorge Y, Masdeus-Fonseca V, Pinto-Morales P, Montano DN, Percedo MI, Espinosa Castaño I, Alfonso P. Spatial distribution of antimicrobial resistance of extra-intestinal clinical *Escherichia coli* isolated from poultry farms in western provinces of Cuba. *Rev Salud Anim.* 2023;45(0). ISSN 0253-570X; eISSN 2224-4700. Available from: <https://revistas.censa.edu.cu/index.php/RSA/article/view/1215>
17. CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Disk and Dilution Susceptibility Tests for Bacteria Isolated from Animals: Approved Standard-4th Edition. CLSI document VET01-A4. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute [Internet]. 2013. Available from: [https://clsi.org/media/2321/vet08ed4\\_sample.pdf](https://clsi.org/media/2321/vet08ed4_sample.pdf)
18. Magiorakos A-P, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG, et al. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect* [Internet]. 2012 Mar [cited 2018 Mar 7];18(3):268-81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21793988>
19. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing [Internet]. Vienna, Austria; 2017. Available from: <https://www.r-project.org/>
20. Islam MS, Nath C, Hasib FMY, Logno TA, Uddin MH, Hassan MM, Chowdhury S. Detection and characterization of multidrug-resistant *Escherichia coli* carrying virulence genes isolated from broilers in Bangladesh. *Vet Med Sci.* 2024;10(6): e70032. doi:10.1002/vms3.70032
21. Byrne N, O'Neill L, Díaz JAC, Manzanilla EG, Vale AP, Leonard FC. Antimicrobial resistance in *Escherichia coli* isolated from on-farm and conventional hatching broiler farms in Ireland. *Ir Vet J.* 2022;75(1):7. doi:10.1186/s13620-022-00214-9.
22. Acharya J, Jha R, Bhatta RR, Shrestha L, Sharma BK, Chapagain S, Gompo TR, Rijal N, Jha P, Baines SL, Judd LM, Ioannidis L, Howden BP, Kansakar P. Extended spectrum beta-lactamase producing *Escherichia coli* and antimicrobial resistance gene sharing at the interface of human, poultry and environment: results of ESBL tricycle surveillance in Kathmandu, Nepal. *One Health Outlook.* 2025;7(1):25. doi:10.1186/s42522-025-00145-9
23. Papouškova A, Masarikova M, Valcek A, Senk D, Cejkova D, Jahodarova E, Cizek A. Genomic analysis of *Escherichia coli* strains isolated from diseased chickens in the Czech Republic. *BMC Vet Res.* 2020;16(1):189. doi:10.1186/s12917-020-02407-2.
24. Ruiz L, Alvarez-Ordóñez A. The Role of the Food Chain in the Spread of Antimicrobial Resistance (AMR). In: Grumezescu AM, editor. *Functional Nanomaterials for the Management of Microbial Infection: A Strategy to Address Microbial Drug Resistance.* Cambridge: Elsevier; 2017. p. 23-47.
25. Poirel L, Madec JY, Lupo A, Schink AK, Kieffer N, Nordmann P, Schwarz S. Antimicrobial resistance in *Escherichia coli*. *Microbiol Spectr.* 2018;6(4). doi:10.1128/microbiolspec.ARBA-0026-2017.