

Resistencia antibiótica en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carnes y vísceras para consumo humano: Una revisión narrativa

Antibiotic resistance in *Campylobacter* spp strains isolated from meat and offal for human consumption: A narrative review

Sandra Alejandra Aguirre Salazar¹, Melina Magaly Mayorca Yarihuamán², Fortunato Martín Príncipe Laynes², Maria Bertha Paredes Pérez², Doris Virgina Huerta Canales de Miranda¹, Yesica Llimpe Mitma de Barrón¹, Giacomo Sebastian Gonzáles Antón³, Heli Jaime Barrón Pastor^{1*}

RESUMEN

El estudio presenta una revisión narrativa sobre la resistencia antimicrobiana en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carnes y vísceras de animales destinados al consumo humano. Se revisaron 1067 artículos sobre resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp publicados entre 2012 a 2022 y recuperados de bases de datos como PubMed y SciELO de las que se seleccionaron 26 artículos. La prevalencia de *Campylobacter* spp varió según el tipo de muestra, país y especie, siendo más alta en carne cruda de aves (pollo y pavo). Los estudios revelaron altas frecuencias de resistencia en quinolonas, fluoroquinolonas, tetraciclinas y otros antibióticos. La resistencia a

¹ Grupo de Investigación y Docencia en Medicina Molecular, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

² Departamento de Patología Clínica, Hospital Nacional de Emergencias Pediátricas, MINSA Lima, Perú

³ Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú

* Autor de correspondencia: Heli Jaime Barrón Pastor, helibarron@unmsm.edu.pe

Recibido: 6 de julio de 2024

Aceptado para publicación: 12 de octubre de 2024

Publicado: 20 de diciembre de 2024

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

macrólidos, aminoglucósidos y algunos antibióticos fue más baja, con excepciones en aislamientos de bovinos y cerdos. Se concluye que hay altas tasas de resistencia en cepas de *Campylobacter* spp de carnes de aves de corral en la última década, especialmente en pollos de expendio en mercado.

Palabras clave: *Campylobacter*, animales domésticos, farmacorresistencia bacteriana

ABSTRACT

The study presents a narrative review on antimicrobial resistance in *Campylobacter* spp strains isolated from meats and offal of animals intended for human consumption. In total, 1067 articles on antibiotic resistance in *Campylobacter* spp strains published between 2012 and 2022 were retrieved from databases such as PubMed and SciELO, from which 26 articles were selected and analysed. The prevalence of *Campylobacter* spp varied according to the type of sample, country and species, being higher in raw poultry meat (chicken and turkey). The studies revealed high frequencies of resistance to quinolones, fluoroquinolones, tetracyclines and other antibiotics. Resistance to macrolides, aminoglycosides and some antibiotics was lower, with exceptions in isolates from cattle and pigs. It is concluded that there are high rates of resistance in *Campylobacter* spp strains from poultry meat in the last decade, especially chicken sold in markets.

Key words: *Campylobacter*, domestic animals, bacterial drug resistance

INTRODUCCIÓN

Campylobacter spp, un patógeno intestinal prevalente a nivel mundial, representa una causa significativa de campilobacteriosis derivada del consumo de alimentos contaminados (Rivera *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2011; Igwaran y Okoh, 2019; Cervantes-García, 2020). La especie *Campylobacter jejuni* subespecie *jejuni* se destaca como el agente predominante en países desarrollados y ocupa una posición destacada en naciones en desarrollo (Moya-Salazar *et al.*, 2018; Cervantes-García, 2020). Se transmite al humano a través de alimentos, leche sin pasteurizar o agua contaminada. Se aloja como comensal en el intestino de animales de granja, estimándose que alrededor del 90% de las aves de corral son portadoras (Wang ShengMing *et al.*, 2011; Pollett *et al.*, 2012; Sahin *et al.*, 2017; Moya-Salazar *et al.*, 2018).

Aunque las infecciones humanas generalmente se manifiestan como eventos aislados con síntomas como diarrea, fiebre y náuseas, pueden surgir brotes epidémicos (Caron *et al.*, 2023). En casos específicos, especialmente en pacientes inmunocomprometidos, la terapia antimicrobiana se convierte en una necesidad, siendo las fluoroquinolonas y macrólidos los fármacos de elección (Elhadidy *et al.*, 2018; Sierra-Arguello *et al.*, 2018). Sin embargo, *Campylobacter* ha adquirido una resistencia considerable a nivel mundial, asociándose con una enfermedad más prolongada y severa (Fajardo-Zapata *et al.*, 2011; Vásquez Cano y Olivera Ángel, 2012; Cota-Rubio *et al.*, 2014).

La inclusión de *Campylobacter* spp en la lista de patógenos de alta prioridad de la Organización Mundial de la Salud (OMS), debido a su creciente resistencia a fluoroquinolonas, subraya la urgencia de abordar este problema (Ramon Pardo *et al.*, 2018). En el

contexto peruano, se han documentado casos de resistencia en la última década, especialmente a fluoroquinolonas, con implicaciones notables en la salud pediátrica (Fernández y Pérez-Pérez, 2016; Moya-Salazar *et al.*, 2018).

La relación entre el uso de antibióticos en animales destinados al consumo humano y la resistencia antimicrobiana se ha convertido en un tema crítico. La práctica del uso de antibióticos como promotores de crecimiento en animales ha disminuido, pero la falta de regulación en algunos países ha propiciado el surgimiento de cepas multirresistentes (Lim *et al.*, 2016; Sierra-Arguello *et al.*, 2018; Wangroongsarb *et al.*, 2021). Además, el informe del CDC destaca la transmisión potencial de bacterias resistentes a través de la cadena alimentaria (Tang *et al.*, 2017, 2019).

Frente a este panorama y la carencia de revisiones actualizadas que abarquen estudios latinoamericanos, esta investigación tuvo como objetivo analizar los artículos publicados en la última década sobre la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de animales destinados al consumo humano. Esta revisión incluye una exploración de las causas asociadas a la resistencia antimicrobiana en humanos, destacando la importancia de la vigilancia continua y políticas específicas para mitigar esta problemática global.

El estudio proporciona una visión integral de la incidencia de gastroenteritis por *Campylobacter*, subrayando las variaciones entre países y destacando la falta de precisión en la determinación de la tasa de aparición global. Los datos presentados, incluyendo las tasas estimadas por la Unión Europea y los Estados Unidos de América, resaltan la relevancia y la magnitud del impacto de esta bacteria en la salud pública.

Un aspecto crucial abordado en el artículo es el creciente problema de resistencia al tratamiento antibiótico en *Campylobacter*, atribuido al uso excesivo e inadecuado de

antibióticos en las poblaciones humana y animal. Este fenómeno se posiciona como una seria amenaza para la salud pública a nivel mundial, y el artículo destaca la importancia de adoptar un enfoque «*One Health*» o «Una Salud». En línea con las propuestas de organismos internacionales, la investigación aboga por la colaboración integral entre diversas áreas de la salud para mitigar el impacto de la resistencia antimicrobiana, ofreciendo así una contribución valiosa al abordaje de esta problemática global.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de Investigación

La metodología adoptada fue la de Revisión Narrativa, que abarcó el análisis de diversos tipos de estudios primarios, como descriptivos, observacionales, descriptivos analíticos y transversales, relacionados con la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de animales destinados al consumo humano (Guirao-Goris, 2015; Salinas, 2020). La investigación fue observacional, analítica, e integrativa, sin intervenciones directas, procurando una aproximación sistemática.

Población

Se seleccionaron 26 artículos de investigación entre 1067 relacionados con la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de animales destinados al consumo humano, publicados entre 2012 y 2022. La selección se realizó en bases de datos como MEDLINE/PubMed, SciELO, EBSCO Essentials, y Google Scholar, considerando criterios de conveniencia y selección específicos.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Los criterios de inclusión abarcaron la naturaleza científica y tecnológica de los estudios, idioma inglés o español, publicación

entre 2012 y 2022, y relevancia al tema de «Resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de animales destinados al consumo humano». Se excluyeron estudios secundarios, experimentales, de baja calidad metodológica, cortos o inaccesibles, aquellos donde las cepas de *Campylobacter* se aislaron solo de heces o intestino animal, y estudios no relacionados con el tema.

Procedimiento de Recolección de Datos

Se realizó una búsqueda exhaustiva utilizando términos MESH, palabras clave y operadores booleanos en bases de datos relevantes. El objetivo era identificar estudios precisos para la temática. Los artículos pertinentes se incorporaron en «Endnote v. 20» para una organización eficiente y referencia posterior. Se llevó a cabo una revisión minuciosa de títulos y resúmenes para descartar estudios no alineados con los objetivos y evitar duplicados.

Se obtuvo el texto completo de los estudios seleccionados para verificar su consonancia con los criterios de inclusión predefinidos, permitiendo una evaluación detallada de su calidad metodológica. Posteriormente, se discutieron los hallazgos con el grupo de trabajo para garantizar la admisión definitiva de los estudios pertinentes. Este proceso sistemático asegura la robustez y validez de la revisión bibliográfica, fundamentando las decisiones y conclusiones de la investigación (Salinas, 2020).

Análisis de Datos

Se recopilaron 1067 artículos relacionados con la temática. Tras una revisión exhaustiva, se excluyeron 942 artículos debido a su falta de pertinencia con los objetivos. Posteriormente, mediante un segundo filtro, se seleccionaron con rigor 26 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión, admitiéndolos para un análisis más detenido y la

extracción de datos. La Figura 1 ilustra de manera esquemática el flujo de la revisión bibliográfica y la selección de artículos pertinentes, en tanto que la Figura 2 presenta el número acumulado de estudios analizados en la presente revisión según año de publicación.

Consideraciones Éticas

Se enmascararon los nombres de los autores para minimizar el sesgo del observador y mantener la independencia en la valoración de resultados, asegurando un enfoque ético en la revisión narrativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presenta la estrategia de búsqueda avanzada empleando las bases de datos EBSCO, PubMed, SciELO y Google Scholar. Los 26 artículos seleccionados se distribuyen geográficamente de la siguiente manera: 10 de Europa, 10 de Asia, 2 de Norteamérica, 3 de Sudamérica y 1 de África. En cada entrada se detalla información como el autor o autores, país de origen, año de publicación, año o periodo de realización, título de la investigación y la ubicación del artículo con su correspondiente URL o DOI. Es relevante destacar la diversidad regional de los estudios, proporcionando una visión global de la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de animales destinados al consumo humano. El primer artículo, publicado en 2012, aborda la «Determinación de la sensibilidad antimicrobiana de *Campylobacter jejuni* aislado de granjas comerciales de pavos en Alemania» (El-Adawy *et al.*, 2012), mientras que el artículo más reciente, de 2021, se centra en la «Presencia, factores de riesgo y prueba de susceptibilidad antimicrobiana de especies termófilas de *Campylobacter* en canales bovinas en mataderos y carnicerías municipales de Jimma Town, suroeste de Etiopía» (Berhanu *et al.*, 2021).

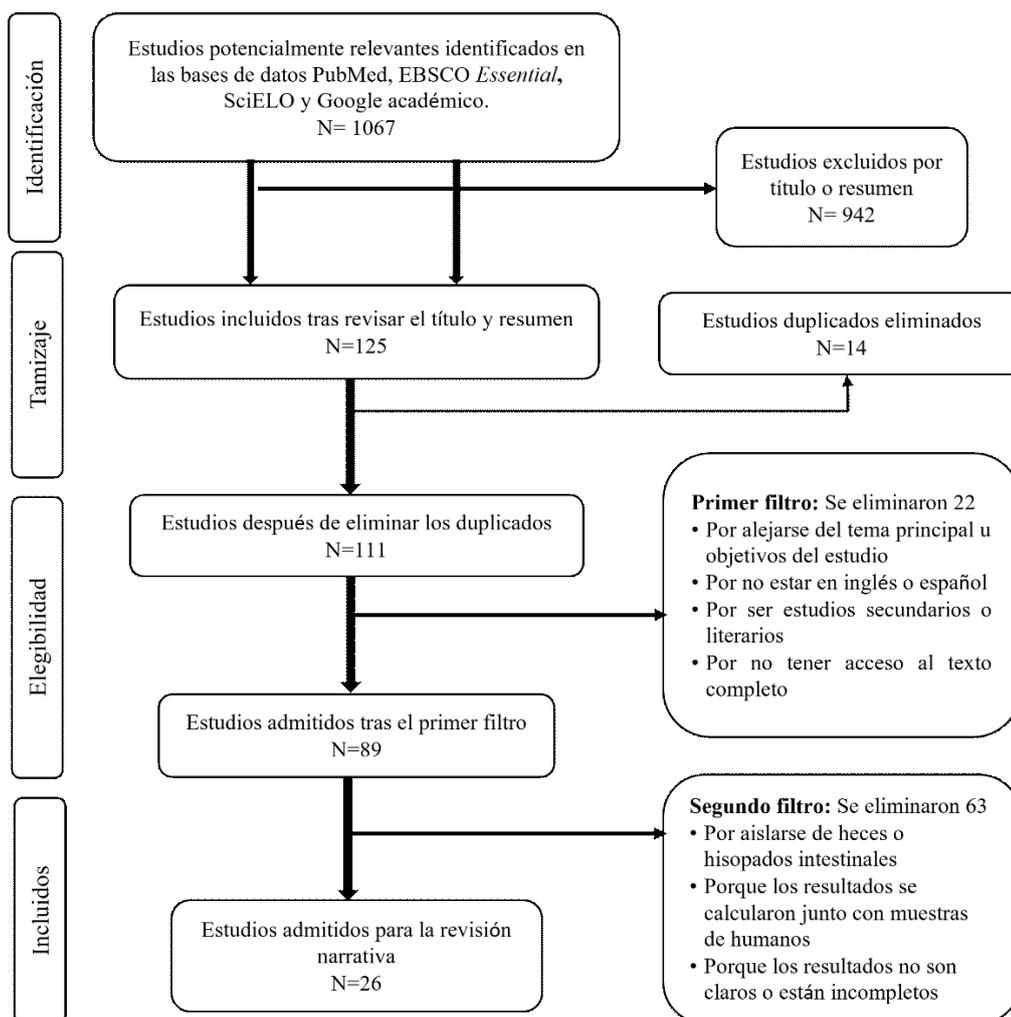


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de búsqueda, procedimiento de selección y exclusión de artículos y número de estudios finalmente seleccionados

Análisis detallado de los artículos seleccionados

Una vez completada la selección de artículos, se procedió a realizar una lectura crítica de los mismos y a resumir la información relevante en los cuadros 2 al 8. Este resumen no solo destaca los hallazgos principales, sino que también incluye datos cruciales para abordar las preguntas de investigación. Se extrajo información clave sobre el objetivo principal de cada estudio, los materiales y métodos empleados, los resultados más significativos y las conclusiones obtenidas.

Se recopiló información sobre el tipo de muestra utilizada y la técnica empleada para determinar la susceptibilidad antibiótica. Se hizo especial hincapié en estudios de carnes y vísceras, aunque muchos estudios involucraron muestras tanto de heces humanas como de animales. Esta revisión se centró exclusivamente en los aislamientos provenientes de carne, vísceras y otros productos animales destinados al consumo humano. Además, se destacó el uso predominante de la microdilución en caldo (MIC) como técnica

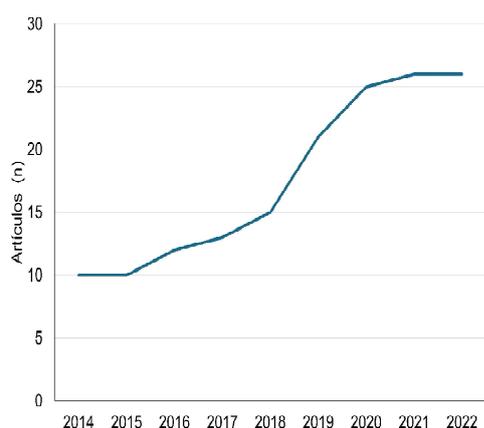


Figura 2. Número acumulado de estudios sobre resistencia antibiótica en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carnes y vísceras de animales para consumo humano añalizadas en el estudio

principal de susceptibilidad antimicrobiana, seguido de la difusión en disco, con una única mención del uso del E-test (Szczepanska et al., 2017).

En términos de resultados principales, se resaltan aspectos como la prevalencia de *Campylobacter* spp, la diferenciación de especies y la identificación de cepas ya clasificadas que no permitieron determinar la prevalencia del patógeno. Asimismo, se observó la diversidad en la cantidad y tipos de antibióticos utilizados para evaluar la resistencia antimicrobiana. Se hizo especial énfasis en las frecuencias obtenidas para macrólidos y fluoroquinolonas, dada su relevancia clínica. No obstante, es relevante mencionar que el artículo N.º 15 (Cuadro 5), enfocado en «Resistencia a fluoroquinolonas en *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli* de muestras de aves y humanos evaluada mediante ensayo de polimorfismo de longitud de fragmentos de restricción por PCR» (Sierra-Arguello et al., 2018), y el artículo N.º 22 (Cuadro 7) sobre «Resistencias antimicrobianas y tipificación molecular de aislados de *Campylobacter jejuni*, separados de animales productores de alimentos y pacientes con diarrea en Irán» (Alaboudi et al., 2020) no incluyeron macrólidos en su evaluación de resistencia antimicrobiana.

Cuadro 1. Estrategia de búsqueda avanzada

Base de datos	Estrategia de búsqueda avanzada	Artículos (n)
PubMed	Algoritmo de búsqueda: (("Campylobacter"[MeSH Terms] OR "Campylobacter"[All Fields]) AND ("drug resistance, microbial"[MeSH Terms] OR "antimicrobial resistance"[All Fields] OR "antimicrobial susceptibility"[All Fields]) AND ("animals, domestic/microbiology"[MeSH Terms] OR "food animals"[All Fields])) AND ((ft[Filter]) AND (2012:2022[pdat])) Filtros: Texto completo, de 2012 a 2022	83
EBSCO Essentials	Algoritmo de búsqueda: AND campylobacter Title AND antimicrobial susceptibility Keyword AND food animals Keyword Filtro de idioma: Solo inglés y español	723
SciELO	Algoritmo de búsqueda: (Campylobacter) AND ((antimicrobial resistance) OR (antibiotic) OR (resistance) OR (antimicrobial susceptibility)) AND ((farm animals) OR (food animals) OR (pig) OR (swine cattle) OR (poultry) OR (cow) OR (chicken))	22
Google Scholar	Algoritmo de búsqueda: allintitle: campylobacter "antimicrobial susceptibility" OR "antibiotic resistance" Filtros: Intervalo de tiempo específico del 2012 al 2022	235

Cuadro 2. Análisis detallado de 26 artículos relacionados con la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carnes y vísceras de animales destinadas al consumo humano, publicados entre 2012 y 2022 (Parte I)

Artículo / Objetivo principal	Muestras / Test de susceptibilidad antibiótica	Prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp / Principales resultados y conclusiones
Artículo 1 (El-Adawy <i>et al.</i> , 2012) Informar sobre la resistencia a antibióticos en <i>Campylobacter jejuni</i> encontrado en parvadas comerciales de pavos de carne en Alemania	Carne de pavos aparentemente sanos Microdilución en Caldo (MIC)	Se estudiaron cepas de <i>C. jejuni</i> ya identificadas Se evaluaron 12 agentes antimicrobianos. Todos los aislamientos fueron sensibles a gentamicina y cloranfenicol. Más del 50% de los aislamientos mostraron sensibilidad a eritromicina, estreptomicina, neomicina y amoxicilina. Se observó alta resistencia a tetraciclina, ácido nalidixico, ciprofloxacina, sulfametoxazol, sulfametoxazol/trimetoprim y metronidazol. Las cepas de <i>C. jejuni</i> aisladas de carne de pavo muestran resistencia a varios antibióticos, pero la resistencia a eritromicina, un antibiótico de importancia clínica fue baja.
Artículo 2 (Hiroi <i>et al.</i> , 2012) Determinar la prevalencia y susceptibilidad antimicrobiana de <i>Campylobacter</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , MRSA y VRE en animales de granja y carnes crudas al por menor en Japón	Carne cruda nacional de pollo, cerdo y bovino MIC	En pollo: 60% <i>C. jejuni</i> , 3% <i>C. coli</i> . En cerdo: 1% <i>C. jejuni</i> , 15% <i>C. coli</i> . En bovinos: 1% <i>C. jejuni</i> y 1% <i>C. coli</i> Se evaluaron 8 antibióticos en cepas de <i>C. jejuni</i> y <i>C. coli</i> obtenidas de carne de pollo, cerdo y bovino. Las cepas de <i>C. jejuni</i> mostraron sensibilidad a 5 antibióticos con bajos niveles de resistencia a los otros 3 en carne de pollo y cerdo. Las cepas aisladas de carne de bovino fueron 100% resistentes a tetraciclina y ciprofloxacina. En <i>C. coli</i> hubo altos porcentajes de resistencia en los aislamientos de los tres tipos de carne. Las cepas de <i>C. coli</i> fueron resistentes a fármacos clínicamente relevantes como ciprofloxacina y eritromicina. En contraste, los aislamientos de <i>C. jejuni</i> mostraron resistencia a ciprofloxacina. pero no a eritromicina.
Artículo 3 (Maćkiw <i>et al.</i> , 2012) Determinar la susceptibilidad de <i>Campylobacter</i> spp en carne de pollo y vísceras al por menor a cuatro agentes antimicrobianos	Carne cruda de pollo, carne picada y vísceras Difusión en disco	<i>Campylobacter</i> spp en 65.6%, <i>C. jejuni</i> en 24.5%. <i>C. coli</i> en 75.5% Se evaluaron 4 antibióticos. El 98.6% de las cepas fueron resistentes a al menos uno de ellos. La resistencia a ciprofloxacina fue notablemente alta, y se identificaron cepas multirresistentes Se concluye que existe una marcada presencia de <i>Campylobacter</i> spp en carne y vísceras de pollo en Polonia, además de una alta tasa de resistencia antimicrobiana.
Artículo 4 (Zaidi <i>et al.</i> , 2012) Describir los resultados de prevalencia y susceptibilidad antimicrobiana para aislamientos de <i>Campylobacter</i> en 65 ciudades (2003-2006)	Carne de pollo, cerdo y bovino MIC	<i>Campylobacter</i> spp En pollo: 58.3%, en cerdo: 14.6%, en bovino: 5.3% Se probaron 4 antibióticos. Más del 50% de cepas de <i>Campylobacter</i> spp aisladas de cada tipo de carne, mostraron resistencia a ciprofloxacina y tetraciclina. El estudio realizado en México evidencia una alta frecuencia de cepas de <i>Campylobacter</i> spp resistentes tanto en animales como en humanos.
Artículo 5 (González-Hein <i>et al.</i> , 2013) Determinar los patrones de susceptibilidad <i>in vitro</i> a ciprofloxacina y eritromicina y conocer el origen de cepas de <i>Campylobacter</i> resistentes en la Región Metropolitana	Carne de pollo industrial MIC	Se estudiaron cepas <i>C. jejuni</i> ya identificadas Se estudiaron 2 antibióticos. El 32% de los aislados de vcarne de pollo presentaron resistencia a ciprofloxacina y 1.8% fue resistente a eritromicina. Los aislados de carne de bovino presentaron baja resistencia antimicrobiana (Una cepa presentó resistencia a los dos antibióticos). Eritromicina continúa siendo efectiva para el tratamiento de la campilobacteriosis , pero existe un alto porcentaje de cepas resistentes a ciprofloxacina.

Cuadro 3. Análisis detallado de 26 artículos relacionados con la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carnes y vísceras de animales destinadas al consumo humano, publicados entre 2012 y 2022 (Parte II)

Artículo / Objetivo principal	Muestras / Test de suscepti- bilidad antibiótica	Prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp / Principales resultados y conclusiones	
Artículo 6 (Nobile <i>et al.</i> , 2013) Investigar la prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp y patrón de resistencia a los antibióticos en muestras de carne cruda de ave vendida al por menor en el sur de Italia	Carne de pollo y pavo Difusión en disco	En pollo: 18.6% <i>C. spp</i> , 19% <i>C. jejuni</i> , 42.9% <i>C. coli</i> , 62% otros. En pavo: 23.1% <i>C. spp</i> , 45.4% <i>C. jejuni</i> , 27.3% <i>C. coli</i> , 27.3% otros	Se evaluaron 11 antibióticos. Se estudió la resistencia antimicrobiana por especie de <i>Campylobacter</i> y para aislamientos de <i>Campylobacter</i> spp. según el tipo de carne. Altos porcentajes de resistencia a fluoroquinolonas y macrólidos, pero tasas bajas para cloranfenicol y gentamicina. Los aislamientos de pavo fueron más resistentes a eritromicina y ciprofloxacina que los de pollo. <i>C. jejuni</i> presentó mayores tasas de resistencia que <i>C. coli</i> . Gran resistencia a la mayoría de los antibióticos. Elevados casos de resistencia y multiresistencia a fármacos más utilizados en el tratamiento de campilobacteriosis (macrólidos y fluoroquinolonas). Se evidencia el papel de la carne cruda de ave como potencial transmisor de cepas de <i>Campylobacter</i> resistentes en humanos.
Artículo 7 (von Altrock <i>et al.</i> , 2013) Determinar la prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp en superficies de hígados de cerdo sacrificados.	Hígados de cerdo MIC	9.8% <i>C. spp</i> , 21.1% <i>C. jejuni</i> , 76.2% <i>C. coli</i>	Se evaluaron 8 antibióticos. Bajas tasas de resistencia antimicrobiana. Las cepas de <i>C. coli</i> mostraron mayor resistencia que las cepas de <i>C. jejuni</i> . <i>Limitantes</i> : Los puntos de corte para eritromicina, tetraciclina y ciprofloxacina se adaptaron de <i>Enterobacteriaceae</i> , solo se tomó una pequeña cantidad para evaluar la susceptibilidad (20 cepas <i>C. coli</i> y 10 cepas <i>C. jejuni</i>) Se demostró que los hígados de cerdos presentan un riesgo potencial de infecciones por <i>Campylobacter</i> spp resistentes a antibióticos en humanos.
Artículo 8 (Wieczorek <i>et al.</i> , 2013a) Realizar una caracterización molecular integral de <i>Campylobacter</i> aislado de ganado bovino durante el proceso de sacrificio y la resistencia a varios antimicrobianos	Pieles, canales y pecho de bovinos MIC	14.2% <i>C. spp</i> , 59.1% <i>C. jejuni</i> , 40.9% <i>C. coli</i>	Se probaron 7 antimicrobianos. El 50.4% de las cepas fueron resistentes a uno o más antibióticos. Casos de multiresistencia en 26.1% de las cepas de <i>Campylobacter</i> . La mayoría fue resistente a ácido nalidíxico y ciprofloxacina. Las cepas de <i>C. coli</i> presentaron mayor porcentaje de resistencia antimicrobiana que <i>C. jejuni</i> . El bovino es un reservorio subestimado de cepas de <i>Campylobacter</i> potencialmente patógenas para el humano. La mayoría de las cepas fue resistente a fluoroquinolonas y quinolonas y, en menor medida, a macrólidos.
Artículo 9 (Wieczorek <i>et al.</i> , 2013b) Evaluar la prevalencia y la resistencia antimicrobiana de los aislados de <i>Campylobacter</i> en canales de aves de corral de Polonia	Canales de pollo de carne MIC	62.1% <i>C. spp</i> , 53.6% <i>C. jejuni</i> , 46.4% <i>C. coli</i>	La mayoría de aislamientos resistentes a quinolonas. <i>C. coli</i> fue más resistente a ciprofloxacina y ácido nalidíxico que <i>C. jejuni</i> . Resistencia a tetraciclina fue mayor para <i>C. coli</i> . Pocos aislados resistentes a eritromicina y gentamicina, y ninguno a cloranfenicol. Alto porcentaje de resistencia antimicrobiana en las cepas de <i>Campylobacter</i> aisladas de pollo de carne.

Cuadro 4. Análisis detallado de 26 artículos relacionados con la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carnes y vísceras de animales destinadas al consumo humano, publicados entre 2012 y 2022 (Parte III)

Artículo / Objetivo principal	Muestras / Test de suscepti- bilidad antibiótica	Prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp / Principales resultados y conclusiones	
Artículo 10 (Noormohamed y Fakhr, 2014) Investigar la prevalencia y la resistencia antimicrobiana de <i>Campylobacter</i> en muestras de aves de corral minoristas convencionales y orgánicas compradas en tiendas de comestibles en Oklahoma	Carne de pollo y pavo MIC	En pollo: 34% <i>C. spp</i> , 30% <i>C. jejuni</i> , 5% <i>C. coli</i> , 2% ambas. En pavo: 17% <i>C. spp</i> , 12% <i>C. jejuni</i> , 5% <i>C. coli</i> .	Se probaron 16 antibióticos. Las cepas <i>C. coli</i> presentaron altas tasas de resistencia a múltiples antibióticos, siendo en muchos casos 100% resistentes. Las cepas de <i>C. coli</i> fueron más resistentes a quinolonas y macrólidos que <i>C. jejuni</i> , mayormente para los aislados en pavo. Las cepas de <i>C. jejuni</i> de pavo fueron sensibles a los macrólidos (eritromicina y azitromicina) Alta prevalencia de <i>Campylobacter</i> en la carne de aves de corral, siendo más prevalente en pollo que en pavo. La resistencia a múltiples fármacos fue mayor en las cepas de <i>C. coli</i> . Se destacó el riesgo del uso de antimicrobianos como aditivos alimentarios en la producción avícola.
Artículo 11 (Lim <i>et al.</i> , 2016) Examinar la resistencia a los antimicrobianos, investigar los mecanismos moleculares implicados en la resistencia a los macrólidos y detectar la presencia de factores de virulencia en cepas de <i>C. jejuni</i> y <i>C. coli</i> resistentes a la eritromicina aisladas de animales en Corea	Canales de pollo y cerdo (30 cepas <i>C. jejuni</i> de canales de pollo, 12 de <i>C. coli</i> de cerdo y 25 de <i>C. coli</i> de pollo) MIC	Se estudiaron cepas <i>C. jejuni</i> y <i>C. coli</i> ya identificadas	Se probaron 9 antibióticos. Altos porcentajes de resistencia a fluoroquinolonas, sobre todo en canales de pollo. Se mostraron bajos niveles de resistencia a macrólidos, excepto en los aislados de canales de cerdo, donde la resistencia a azitromicina y eritromicina fue más significativa. Todos los aislamientos fueron sensibles a la telitromicina. <i>Limitantes:</i> Solo se estudiaron aislamientos de cepas <i>C. coli</i> . para canales de cerdo. Alta tasa de resistencia a los antibióticos tanto en <i>C. jejuni</i> como en <i>C. coli</i> aislados. La resistencia a los macrólidos fue más frecuente en los aislamientos de <i>C. coli</i> de origen porcino. El mecanismo principal de la resistencia a los macrólidos se debió a una mutación puntual única en el gen 23S rRNA
Artículo 12 (Nguyen <i>et al.</i> , 2016) Caracterizar las cepas de <i>Campylobacter</i> aisladas en Vietnam para evaluar su relación genética, potenciales factores de virulencia y perfiles de resistencia a los antibióticos	Carne de pollo y cerdo MIC	Nueve aislamientos se pudieron cultivar después de la congelación (6 <i>C. jejuni</i> de pollo, 1 <i>C. coli</i> de pollo y 2 <i>C. jejuni</i> de cerdo)	Se probaron 7 antibióticos. Altos porcentajes de resistencia a fluoroquinolonas y tetraciclinas, seguido de estreptomina y con menor frecuencia a eritromicina. <i>C. coli</i> fue resistente a ciprofloxacina, ácido nalidíxico, estreptomina y tetraciclina. <i>Limitante:</i> Se analizó la susceptibilidad antimicrobiana solo para 8 aislamientos de <i>C. jejuni</i> sin distinguir el tipo de carne. Se presentan datos preliminares de resistencia antimicrobiana en cepas de <i>Campylobacter</i> aisladas de carne de pollo y cerdo, lo cual sugiere hacer una evaluación a gran escala.
Artículo 13 (Szczepanska <i>et al.</i> , 2017) Comparar la prevalencia y la resistencia antimicrobiana de <i>C. jejuni</i> y <i>C. coli</i> aisladas de niños, animales domésticos, carne de aves y aguas superficiales	Carne de ave de corral (filetes, alitas, muslos de pollo y filetes de pavo) E-test	33.3% <i>C. spp</i> , 20.8% <i>C. jejuni</i> , 12.5% <i>C. coli</i>	Todas las cepas aisladas fueron sensibles a azitromicina, y con bajas tasas de resistencia a eritromicina. La resistencia a ciprofloxacina fue alta. No hubo diferencia significativa entre los porcentajes de resistencia de las cepas de <i>C. coli</i> y <i>C. jejuni</i> . Las aguas superficiales, la carne de aves y las mascotas son fuentes potenciales de campilobacteriosis infantil. Las cepas aisladas presentan resistencia a múltiples fármacos, lo cual aumentaría los casos de campilobacteriosis difíciles de tratar en los niños.

Cuadro 5. Análisis detallado de 26 artículos relacionados con la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carnes y vísceras de animales destinadas al consumo humano, publicados entre 2012 y 2022 (Parte IV)

Artículo / Objetivo principal	Muestras / Test de suscepti- bilidad antibiótica		Prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp / Principales resultados y conclusiones
Artículo 14 (Elhadidy <i>et al.</i> , 2018) Determinar la frecuencia de resistencia a los antimicrobianos en aislamientos de <i>C. jejuni</i> recuperados de canales de pollos de carne en Bélgica, investigar mecanismos moleculares de la resistencia y asociaciones entre los perfiles de resistencia a los antimicrobianos	Canales de pollo de carne MIC	Se estudiaron cepas <i>C. jejuni</i> ya identificadas	Se probaron 5 antibióticos. Ciprofloxacina fue el antibiótico con mayor tasa de resistencia, seguido de ácido nalidíxico y tetraciclina. El 95.5% de cepas resistentes a ciprofloxacina lo fueron a ácido nalidíxico. Hubo bajo porcentaje de resistencia a eritromicina y gentamicina. Las cepas de <i>C. jejuni</i> presentaron resistencia a múltiples antibióticos. No se reconoció una mutación o mecanismo de resistencia asociado a todos los casos. La resistencia antimicrobiana podría atribuirse a otros mecanismos desconocidos.
Artículo 15 (Sierra-Arguello <i>et al.</i> , 2018) Determinar la resistencia a fluoroquinolonas en <i>Campylobacter</i> spp de aislados de aves y humanos	Canales de pollo de carne MIC	Se aisló <i>C. spp</i> en 50% de las muestras. Todas fueron <i>C. jejuni</i>	Todos los aislamientos fueron 100% resistentes a los 3 antibióticos (ciprofloxacina, norfloxacina y ácido nalidíxico) Alta prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp resistente a fluoroquinolonas tanto en humanos como en aves de corral en Brasil. Esto enfatiza la necesidad de restringir el uso de agentes antimicrobianos en animales destinados al consumo para prevenir casos de resistencia y garantizar la eficacia en el tratamiento
Artículo 16 (Divsalar <i>et al.</i> , 2019) Recuperar información epidemiológica sobre la tasa de frecuencia de resistencia a los medicamentos y la tipificación de los aislados de <i>C. jejuni</i>	Carne de aves de corral y bovino MIC	En aves de corral: 35% <i>C. jejuni</i> . En bovino: 18% <i>C. jejuni</i>	Se estudiaron 8 antibióticos. Todos los aislamientos fueron resistentes a tetraciclina y ciprofloxacina- Alto porcentaje de resistencia a ácido nalidíxico, pero menos resistentes a eritromicina y gentamicina. Las altas tasas de resistencia antimicrobiana por parte de cepas de <i>Campylobacter</i> aisladas de humanos y productos animales muestran una relación alarmante.
Artículo 17 (Kanaan y Abdulwahid, 2019) Investigar la prevalencia, la resistencia a los antimicrobianos y la biotipificación de <i>C. jejuni</i> y <i>C. coli</i> en carne de pollo y de pavo	Carne de pollo y pavo Difusión en disco	En pollo: 60% <i>C. spp</i> , 81.5% <i>C. jejuni</i> , 18.5% <i>C. coli</i> . En pavo: 67.5% <i>C. spp</i> , 55.6% <i>C. jejuni</i> , 44.4% <i>C. coli</i>	Se probaron 8 antibióticos. Alto porcentaje de aislados resistentes a oxacilina, tetraciclina, vancomicina y eritromicina. La resistencia a fluoroquinolonas (ácido nalidíxico, ciprofloxacina y ofloxacino) fue moderada. <i>C. coli</i> presentó más casos de resistencia que <i>C. jejuni</i> . Los aislamientos en carne de pavo presentaron mayores tasas de resistencia. Las cepas presentaron gran resistencia a eritromicina y ciprofloxacina, antibióticos de primera elección para el tratamiento de campilobacteriosis en humanos. Se evidencia la alarmante situación en cuanto a políticas de salud pública y producción alimentaria.

Cuadro 6. Análisis detallado de 26 artículos relacionados con la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carnes y vísceras de animales destinadas al consumo humano, publicados entre 2012 y 2022 (Parte V)

Artículo / Objetivo principal	Muestras / Test de suscepti- bilidad antibiótica	Prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp / Principales resultados y conclusiones
Artículo 18 (Kenar y Gökçe, 2019) Investigar la presencia de la especie <i>Campylobacter</i> en fetos abortados e hígados de ovejas, cabras y bovinos y determinar la resistencia antibiótica de las cepas	Hígados de ovejas, cabras y bovinos Difusión en disco	En oveja: 6% <i>C. spp</i> , 4% <i>C. jejuni</i> , 2% <i>C. coli</i> . En cabra: 2% <i>C. spp</i> , 2% <i>C. jejuni</i> , 0% <i>C. coli</i> . En bovino: 0% <i>C. spp</i>
Artículo 19 (Kim <i>et al.</i> , 2019) Aislar <i>C. jejuni</i> de carne de pollo y pato de ventas al por menor en Corea y analizar sus complejos clonales de tipificación de secuencias multilocus, aerotolerancia, prevalencia de genes de virulencia y resistencia a antibióticos	Carne y canales enteras de pollo y pato MIC	En pollo: 50.4% <i>C. spp</i> , 28.6% <i>C. jejuni</i> , 12.0% <i>C. coli</i> , 9.8% ambas. En pato: 62.3% <i>C. spp</i> , 31.1% <i>C. jejuni</i> , 13.1% <i>C. coli</i> , 18% ambas
Artículo 20 (Marotta <i>et al.</i> , 2019) Identificar genotipos de resistencia antimicrobiana en <i>C. jejuni</i> aislado de humanos, aves de corral y aves de ambiente silvestre y urbanos, y evaluar la correlación entre la resistencia fenotípica y genotípica en los aislamientos	Carne de pollo y aves MIC	Se estudiaron cepas <i>C. jejuni</i> ya identificadas
Artículo 21 (Samad <i>et al.</i> , 2019) Determinar la prevalencia y susceptibilidad antimicrobiana de <i>C. jejuni</i> en carne de pollo recién sacrificada y procesada; y determinar los factores de virulencia por PCR y cebadores; para evaluar los efectos antibacterianos de los conservantes naturales	Carne de pollo Difusión en disco	40% <i>C. jejuni</i>
		Se probaron 7 antibióticos en 11 aislamientos de <i>Campylobacter</i> spp. Mayor resistencia a ciprofloxacina y tetraciclina, seguido de eritromicina. La prevalencia de especies de <i>Campylobacter</i> y las tasas de resistencia antimicrobiana pueden variar según las regiones donde se realice el estudio, las condiciones de higiene y mejoras en el proceso de producción de alimentos.
		Se probaron 9 antibióticos para las cepas <i>C. jejuni</i> . Se obtuvo altas tasas de resistencia a fluoroquinolonas y tetraciclina, mayor en aislamientos de pato. Solo se detectó una cepa de <i>C. jejuni</i> resistente a azitromicina y eritromicina de carne de pollo. Las cepas de <i>C. jejuni</i> resistentes a antibióticos fueron frecuentes en carne de pollo y de pato. Se demostró que los aislamientos de <i>C. jejuni</i> de la carne de pato son altamente resistentes a antibióticos, particularmente fluoroquinolonas y tetraciclina.
		Se probaron 6 antibióticos en cepas de <i>C. jejuni</i> . La resistencia a fluoroquinolonas y tetraciclina fue más frecuente seguido de una baja resistencia a eritromicina. La resistencia antimicrobiana en <i>C. jejuni</i> aislada de humanos se correlaciona con el uso inapropiado de antibióticos en medicina veterinaria. Se demuestra el aumento de resistencia antimicrobiana en <i>Campylobacter</i> , lo que sugiere la aparición de nuevos y múltiples patrones de resistencia a varias clases de antibióticos
		Se probaron 5 antibióticos para 80 aislamientos de <i>C. jejuni</i> . Gran resistencia a tetraciclina, seguido de una resistencia moderada a ciprofloxacina y bajos porcentajes de resistencia a eritromicina y cloranfenicol. Más del 30% de cepas fueron resistentes a más de un antibiótico. Alta prevalencia de <i>Campylobacter</i> en carne de pollo provenientes del mercado local de Quetta, Pakistán. Muchas cepas aisladas fueron resistentes a varios antibióticos de importancia clínica.

Cuadro 7. Análisis detallado de 26 artículos relacionados con la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carnes y vísceras de animales destinadas al consumo humano, publicados entre 2012 y 2022 (Parte VI)

Artículo / Objetivo principal	Muestras / Test de suscepti- bilidad antibiótica	Prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp / Principales resultados y conclusiones
Artículo 22 (Alaboudi <i>et al.</i> , 2020) Determinar la ocurrencia de <i>C. jejuni</i> y <i>C. coli</i> en pollos en carnicerías informales (frescos), mataderos formales (refrigerados) y mercados minoristas (congelados), y la resistencia antimicrobiana, genotipos y parentesco de los aislamientos	Carne de pollo Difusión en disco	31.6% <i>C. spp</i> , 11.3% <i>C. jejuni</i> , 20.3% <i>C. coli</i> Un total de 32 aislamientos de <i>Campylobacter</i> spp fueron probados para 9 antibióticos comunes. Los aislados fueron resistentes a ciprofloxacina y ceftioxima. Las cepas <i>C. jejuni</i> presentaron mayores tasas de resistencia para todos los antibióticos excepto la gentamicina. Todos fueron sensibles a imipenem. <i>Limitantes</i> : Se usó solo una pequeña parte de los aislamientos y no se probó la susceptibilidad antimicrobiana a macrólidos. La gran prevalencia de <i>Campylobacter</i> resistentes a múltiples antibióticos en aves de corral respalda la importancia de medidas en salud pública para poder controlar esta potencial fuente de transmisión
Artículo 23 (Khan <i>et al.</i> , 2020) Determinar la situación predominante de resistencia antimicrobiana en especies de <i>Campylobacter</i> en carne de aves de corral a lo largo de la cadena de suministro	Carne y piel de pollo Difusión en disco	14% <i>C. jejuni</i> Se analizaron 182 aislamientos para 15 antibióticos. La mayor resistencia fue para amoxicilina, seguido de lincomicina, ampicilina, tetraciclina, sulfametoxazol+trimetoprim y cloranfenicol. Tasas de resistencia moderadas para estreptomina y gentamicina. Menos del 50% fue resistentes a fluoroquinolonas, macrólidos y ceftriaxona. El 90% de cepas <i>C. jejuni</i> aisladas de aves de corral en Pakistán presentan resistencia a múltiples fármacos. Esto representa una potencial amenaza para la salud humana y requiere la atención inmediata de las autoridades competentes
Artículo 24 (Paravisi <i>et al.</i> , 2020) Evaluar las concentraciones inhibitorias mínimas (MIC) para las cepas de <i>C. jejuni</i> y determinar perfiles de resistencia molecular a tetraciclina y ciprofloxacina	Canales de pollo MIC	Se estudiaron cepas <i>C. jejuni</i> ya identificadas Se probaron 6 antibióticos. La resistencia a fluoroquinolonas fue la más frecuente, seguido de tetraciclina y eritromicina con tasas de resistencia moderadas. Todos fueron sensibles a cloranfenicol y gentamicina. Las aves de corral albergan muchas cepas multi-resistentes, pudiendo transmitirse al humano a través de la cadena alimentaria. Se evidencia la necesidad de implementar políticas de uso de antibióticos en la cadena de producción alimentaria brasileña.

Prevalencia de Campylobacter spp en estudios europeos y asiáticos

La utilización extensiva del término «prevalencia» se refiere a la proporción de casos de una enfermedad en un momento dado, evaluando la incidencia en la población y área específica de estudio (Fajardo-Gutiérrez, 2017). En este contexto, se pre-

sentan las prevalencias reportadas en los estudios publicados entre 2012 y 2022, categorizándolos según la región geográfica; es decir, países de Europa, Asia, y América/África, respectivamente (Figura 3).

De los 10 estudios realizados en países europeos, tres no determinaron la prevalencia de *Campylobacter* spp, ya que no cons-

Cuadro 8. Análisis detallado de 26 artículos relacionados con la resistencia a antibióticos en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carnes y vísceras de animales destinadas al consumo humano, publicados entre 2012 y 2022 (Parte VII)

Artículo / Objetivo principal	Muestras / Test de suscepti- bilidad antibiótica	Prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp / Principales resultados y conclusiones
Artículo 25 (Wangroongsarb <i>et al.</i> , 2021) Investigar la prevalencia y los patrones de susceptibilidad a los antimicrobianos de <i>Campylobacter</i> recuperados de carne y despojos de pollo de venta al por menor en el centro de Tailandia	Carne de pollo y vísceras (corazón, hígado y molleja) MIC	56.8% <i>C. spp.</i> , 58.9% <i>C. jejuni</i> , 32.1% <i>C. coli</i> , ambas 8.9% Se probaron 8 antibióticos de 5 clases. Altas tasas de resistencia a fluoroquinolonas, seguido de tetraciclinas. Resistencia baja a macrólidos. Todas las cepas de <i>C. coli</i> fueron resistentes a fluoroquinolonas con altas tasas de resistencia frente al resto de antibióticos en comparación con <i>C. jejuni</i> . La alta prevalencia de <i>Campylobacter</i> spp resistentes a antibióticos de uso clínico y la incidencia de cepas multirresistentes en la carne de pollo es de gran preocupación, pues pueden constituir un alto riesgo en la propagación y tratamiento de infecciones.
Artículo 26 (Berhanu <i>et al.</i> , 2021) Determinar la ocurrencia, factores de riesgo y patrón de susceptibilidad antimicrobiana de especies termófilas de <i>Campylobacter</i> en carne cruda de bovino proveniente de mataderos y carnicerías	Canales de bovinos Difusión en disco	7.9% <i>C. spp.</i> , 78.6% <i>C. jejuni</i> , 21.4% <i>C. coli</i> Los 14 aislamientos de <i>Campylobacter</i> spp se enfrentaron a 11 antibióticos. Todos fueron sensibles a ciprofloxacina y ácido nalidíxico. La resistencia a ampicilina y amoxicilina fue la más frecuente. Pocos casos de resistencia a eritromicina, siendo más frecuente en las cepas <i>C. coli</i> . <i>Limitante:</i> Se probaron pocos aislamientos. A pesar de la baja prevalencia de <i>Campylobacter</i> termófilo, pueden significar una amenaza importante para la salud pública. Hubo mayor incidencia de <i>Campylobacter</i> spp en mataderos que en carnicerías.

tituía uno de sus objetivos. Los estudios restantes presentaron datos de prevalencia *Campylobacter* spp y/o la frecuencia de las principales especies aisladas, principalmente *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli*. La máxima prevalencia de *Campylobacter* spp fue de 65.6% en aislamientos de pollo según el estudio de Maækiw *et al.* (2012) en Polonia. Asimismo, *C. jejuni* fue más frecuente en aislamientos de bovinos (59.1%) según el estudio de Wieczorek *et al.* (2013a) en Polonia, mientras que Kenar y Gökçe (2019) reportaron 0% de prevalencia en bovinos en Francia para las especies *C. jejuni* y *C. coli*.

De manera análoga, los hallazgos en países asiáticos excluyen un estudio en Corea del Sur donde no se determinó la prevalencia

de *Campylobacter* y otro estudio en Vietnam, donde parte de los aislamientos iniciales se perdió después del transporte y criopreservación. En este grupo, la mayor prevalencia de *Campylobacter* spp fue de 67.5% en aislamientos de pavo. Asimismo, las frecuencias más altas de *C. jejuni* y *C. coli* se registraron en aislamientos de pollo y pavo, respectivamente, según el estudio de Kanaan y Abdulwahid (2019) en Iraq, en tanto que las prevalencias más bajas de *Campylobacter* spp y de *C. jejuni* y *C. coli* se informaron en aislamientos de bovinos en el estudio de Hiroi *et al.* (2012) en Japón, siendo estas del 2, 1 y 1%, respectivamente.

Resistencia antibiótica en aislamientos de *Campylobacter* spp en estudios de consumo humano

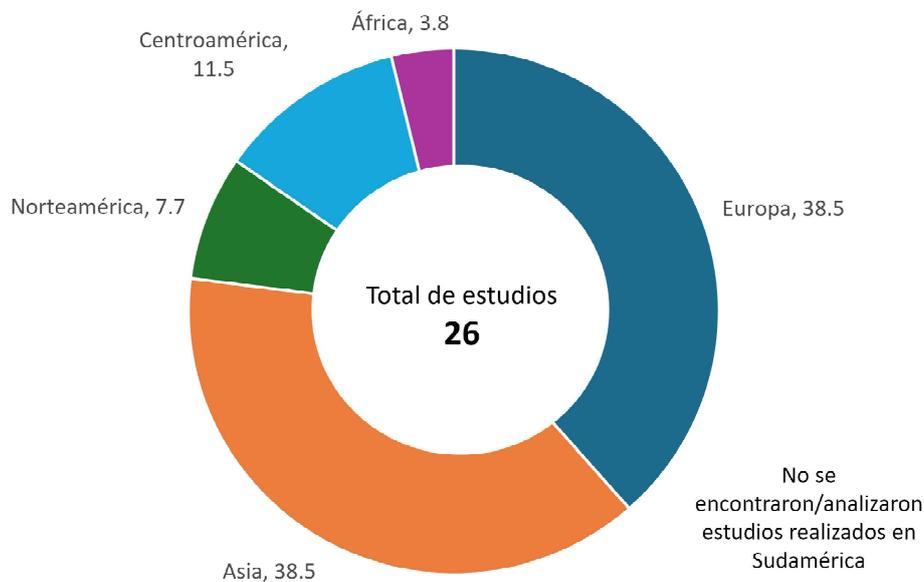


Figura 3. Estudios analizados de resistencia antibiótica en cepas de *Campylobacter* spp aisladas de carne y vísceras de animales para consumo humano por región geográfica

Los resultados revelan elevadas frecuencias de resistencia en aislamientos de *Campylobacter* spp a diversas clases de antibióticos, destacando particularmente la resistencia a quinolonas y fluoroquinolonas (ácido nalidíxico, ciprofloxacina y norfloxacina) y tetraciclinas (tetraciclina, doxiciclina y oxitetraciclina). Asimismo, se evidenció resistencia a otros antibióticos, como amoxicilina, ampicilina, oxacilina, aztreonam, cefoxitina y cefalotina, con frecuencias, en muchos casos, alcanzando el 100% (ver cuadros 2-8).

En el contexto específico de fluoroquinolonas, quinolonas y macrólidos, considerados cruciales para el tratamiento de campilobacteriosis en humanos, se observó que las mayores tasas de resistencia antimicrobiana se originaron en aislamientos de pollo, siendo *C. coli* la especie más resistente. La resistencia a ciprofloxacina fue especialmente elevada en cepas procedentes de diversos tipos

de muestras animales, destacándose en aislamientos de aves de corral y bovinos.

Coincidiendo con estos resultados, los estudios de Lim *et al.* (2016) en Corea del Sur y de Wangroongsarb *et al.* (2021) en Tailandia compartieron similitudes en los porcentajes de resistencia antimicrobiana. En ambos casos, todas las cepas de *C. coli* aisladas de pollo fueron resistentes a ciprofloxacina y ácido nalidíxico, exhibiendo, además, un alto nivel de resistencia a tetraciclina y una baja resistencia a eritromicina. Similarmente, un estudio en Brasil reveló que todas las cepas aisladas de canales de pollo de engorde fueron resistentes a los antibióticos probados, como ácido nalidíxico, ciprofloxacina y norfloxacina (Sierra-Arguello *et al.*, 2018).

En cuanto a la resistencia a macrólidos, aunque en su mayoría fue baja, se identificaron algunas excepciones. Cuatro estudios

reportaron que más del 60% de los aislamientos de *Campylobacter* spp eran resistentes a macrólidos. Destaca el estudio de Hiroi *et al.* (2012) en Japón, donde el 100% de *C. coli* aislado de carne de bovino fue resistente a eritromicina. Además, las mayores frecuencias de resistencia a eritromicina provinieron de carne de bovino, aves de corral y cerdo.

En términos generales, la mayoría de los estudios concluyen que existe una prevalencia significativa de resistencia antimicrobiana en cepas de *Campylobacter* spp procedentes de carnes y canales de aves de corral, con énfasis en la carne de pollo vendida al por menor en mercados concurrentes. Este hallazgo subraya la posibilidad de complicaciones en el tratamiento de campilobacteriosis en humanos debido al consumo de carne de aves de corral infectadas con cepas de *Campylobacter* spp resistentes o multirresistentes. Asimismo, los datos presentados en los cuadros 2 al 8 enfatizan la necesidad de una alerta oportuna sobre los hallazgos de resistencia a antibióticos de relevancia clínica, instando a una mayor atención y vigilancia en las políticas de control y uso de antibióticos en la medicina veterinaria.

Luego de la exhaustiva revisión de las fuentes bibliográficas incorporadas en este estudio, se establece de manera inequívoca la existencia de una marcada prevalencia de *Campylobacter* spp con resistencia a antibióticos de significancia clínica en animales cuya carne se destina al consumo humano. La preeminencia de los estudios en Europa y Asia revela que las tasas de prevalencia de *Campylobacter* spp en aislamientos de aves de corral son particularmente elevadas, oscilando entre 18.6 y 65.6%, y entre 31.6 y 67.5%, respectivamente. En el continente americano, la variabilidad de la prevalencia de *Campylobacter* spp en aislamientos de aves de corral también es notable, fluctuando entre 17 y 58.3%. Este análisis corrobora que las aves de corral, principalmente la carne de pollo y pavo, son las principales fuentes de

campilobacteriosis. Sin embargo, es esencial señalar que solo en nueve de los 26 estudios analizados se exploraron otras fuentes animales, como bovinos y cerdos.

Tanto en estudios americanos como asiáticos, *C. jejuni* se erige como la especie más prevalente. En contraste, en investigaciones europeas, la especie predominante varía significativamente. La frecuencia de *C. jejuni* fluctúa entre 2.0 y 59.1%, mientras que para *C. coli* varió entre 2.0 y 75.5%. Se debe destacar que en tres investigaciones no se logró identificar la especie, y en un estudio, la prevalencia en bovinos fue nula.

En el ámbito de la resistencia antimicrobiana, se concluye de manera general que *Campylobacter* spp aislado de animales destinados al consumo humano exhibe elevadas tasas de resistencia a antibióticos críticos como fluoroquinolonas, quinolonas y macrólidos, así como a otros como tetraciclinas, amoxicilina, ampicilina, oxacilina, aztreonam, cefoxitina y cefalotina. Las tasas de resistencia a ácido nalidíxico presentan variabilidad, especialmente en aves de corral y bovinos, fluctuando entre 16 y 100%. La resistencia a ciprofloxacina varía desde 20 hasta 100% en aves de corral, de 0 a 100% en bovinos, y de 20 a 84.7% en cerdos. La frecuencia de resistencia a eritromicina presenta amplio rango, desde 0.4% hasta 100%.

La variabilidad en la frecuencia de resistencia antimicrobiana se vincula directamente con la especie de *Campylobacter* y la muestra animal analizada. Aunque no se logró definir claramente la especie principal asociada a resistencia antimicrobiana, se observó que las cepas de *C. coli* provenientes de muestras animales presentaron mayor resistencia a eritromicina en comparación con *C. jejuni*. Adicionalmente, las tasas más elevadas de resistencia a eritromicina se identificaron en *Campylobacter* spp no originario de pollo, sino de fuentes animales como bovinos, cerdos y pavos, en contraste con los resultados de resistencia a quinolonas, fluoroquinolonas y otros antibióticos

Agradecimientos

Los autores agradecen a Adriana Belén Prieto Prieto y Alvaro de Jesús Huamani por su apoyo en el análisis y elaboración de las tablas gráficas. A Mario García Podestá por la revisión y las valiosas sugerencias para la mejora del presente manuscrito. El estudio fue financiado por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, a través del Programa de Proyectos de Investigación para Grupos de Investigación del Vicerrectorado de Investigación 2020 (Código A20011381).

LITERATURA CITADA

1. **Alaboudi AR, Malkawi IM, Osaili TM, Abu-Basha EA, Guitian J. 2020.** Prevalence, antibiotic resistance and genotypes of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolated from chickens in Irbid governorate, Jordan. *Int J Food Microbiol* 327: 108656. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108656
2. **Berhanu L, Bedru H, Gume B, Tolosa T, Kassa T, Getaneh A, Mereta ST. 2021.** Occurrence, risk factors, and antimicrobial susceptibility test of thermophilic campylobacter species of bovine carcass at municipal abattoir and butcher shops of Jimma Town, Southwest Ethiopia. *Infect Drug Resist* 14:3753-3762. doi: 10.2147/IDR.S331040
3. **Caron G, Viveiros B, Slaten C, Borkman D, Miller A, Huard RC. 2023.** *Campylobacter jejuni* Outbreak linked to raw oysters in Rhode Island, 2021. *J Food Protec* 86: 100174. doi: 10.1016/j.jfp.2023.100174
4. **Cervantes-García E. 2020.** Campylobacter: emergente o reemergente. *Rev Mex Patol Clín Med Lab* 67: 142-149.
5. **Cota-Rubio E, Hurtado-Ayala L, Pérez-Morales E, Alcántara-Jurado L. 2014.** Resistencia a antibióticos de cepas bacterianas aisladas de animales destinados al consumo humano. *Rev Iberoam Cienc* 1: 75-85.
6. **Divsalar G, Kaboosi H, Khoshbakht R, Shirzad-Aski H, Ghadikolaii FP. 2019.** Antimicrobial resistances, and molecular typing of *Campylobacter jejuni* isolates, separated from food-producing animals and diarrhea patients in Iran. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 65: 194-200. doi: 10.1016/j.cimid.2019.06.001
7. **El-Adawy H, Hotzel H, Düpre S, Tomaso H, Neubauer H, Hafez HM. 2012.** Determination of antimicrobial sensitivities of *Campylobacter jejuni* isolated from commercial turkey farms in Germany. *Avian Dis* 56: 685-692. doi: 10.1637/10135-031912-Reg.1
8. **Elhadidy M, Miller WG, Arguello H, Álvarez-Ordóñez A, Duarte A, Dierick K, Botteldoorn N. 2018.** Genetic basis and clonal population structure of antibiotic resistance in *Campylobacter jejuni* isolated from broiler carcasses in Belgium. *Front Microbiol* 9: 1014. doi: 10.3389/fmicb.2018.01014
9. **Fajardo-Gutiérrez A. 2017.** Medición en epidemiología: prevalencia, incidencia, riesgo, medidas de impacto. *Rev Alerg Mex* 64: 109-120.
10. **Fajardo-Zapata AL, Méndez-Casallas FJ, Molina LH. 2011.** Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. *Univ Sci* 16: 77-91.
11. **Fernández H, Pérez-Pérez G. 2016.** Campylobacter: resistencia a fluoroquinolonas en países latinoamericanos. *Arch Med Vet* 48: 255-259.
12. **Guirao-Goris SJA. 2015.** Utilidad y tipos de revisión de literatura. *ENE* 29 (2). [Internet]. Disponible en: <http://ene-enfermeria.org/ojs/index.php/ENE/article/view/495>
13. **González-Hein G, Cordero N, García P, Figueroa G. 2013.** Análisis molecular de la resistencia a fluoroquinolonas y macrólidos en aislados de *Campylobacter jejuni* de humanos, bovinos y carne de ave. *Rev Chil Infectol* 30: 135-139.

14. **Hiroi M, Kawamori F, Harada T, Sano Y, Miwa N, Sugiyama K, Hara-Kudo Y, Masuda T. 2012.** Antibiotic resistance in bacterial pathogens from retail raw meats and food-producing animals in Japan. *J Food Prot* 75: 1774-1782. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-11-479
15. **Igwaran A, Okoh AI. 2019.** Human campylobacteriosis: a public health concern of global importance. *Heliyon* 5 :e02814. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.-e02814
16. **Kanaan MH, Abdulwahid MT. 2019.** Prevalence rate, antibiotic resistance and biotyping of thermotolerant *Campylobacter* isolated from poultry products vended in Wasit markets. *Curr Res Nutr Food Sci J* 7: 905-917. doi : 10.12944/CRNFSJ.7.3.29
17. **Kenar B, Gökçe M. 2019.** Antibiotic resistance to *Campylobacter* spp isolated from the livers of slaughtered ruminants and aborted ovine fetuses. *Kocatepe Vet Derg* 12: 144-149. doi: 10.30607/kvj.505685
18. **Khan SB, Khan MA, Khan HU, Khan SA, Fahad S, Khan FA, Ahmad I, et al. 2020.** Distribution of antibiotic resistance and antibiotic resistant genes in *Campylobacter jejuni* isolated from poultry in North West of Pakistan. *Pak J Zool* 53: 79-85. doi: 10.17582/journal.pjz/20190828140843
19. **Kim J, Park H, Kim J, Kim JH, Jung JI, Cho S, Ryu S, Jeon B. 2019.** Comparative analysis of aerotolerance, antibiotic resistance, and virulence gene prevalence in *Campylobacter jejuni* isolates from retail raw chicken and duck meat in South Korea. *Microorganisms* 7: 433. doi: 10.3390/microorganisms7100433
20. **Lim SK, Moon DC, Chae MH, Kim HJ, Nam HM, Kim SR, Jang GC, et al. 2016.** Macrolide resistance mechanisms and virulence factors in erythromycin-resistant *Campylobacter* species isolated from chicken and swine feces and carcasses. *J Vet Med Sci* 78: 1791-1795. doi: 10.1292/jvms.16-0307
21. **Macękiw E, Korsak D, Rzewuska K, Tomczuk K, Rożynek E. 2012.** Antibiotic resistance in *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolated from food in Poland. *Food Control* 23: 297-301. doi: 10.1128/AAC.01187-06
22. **Marotta F, Garofolo G, Di Marcantonio L, Di Serafino G, Neri D, Romantini R, Sacchini L, et al. 2019.** Antimicrobial resistance genotypes and phenotypes of *Campylobacter jejuni* isolated in Italy from humans, birds from wild and urban habitats, and poultry. *Plos One* 14: e0223804. doi: 10.1371/journal.pone.0223804
23. **Moya-Salazar J, Terán-Vásquez A, Salazar-Hernández R. 2018.** Alta resistencia antimicrobiana a fluoroquinolonas por *Campylobacter* en pacientes pediátricos de un hospital peruano. *Rev Peru Med Exp Salud Pública* 35:156-158.
24. **Nguyen TNM, Hotzel H, El-Adawy H, Tran HT, Le MTH, Tomaso H, Neubauer H, Hafez HM. 2016.** Genotyping and antibiotic resistance of thermophilic *Campylobacter* isolated from chicken and pig meat in Vietnam. *Gut Pathog* 8: 19. doi: 10.1186/s13099-016-0100-x
25. **Nobile CG, Costantino R, Bianco A, Pileggi C, Pavia M. 2013.** Prevalence and pattern of antibiotic resistance of *Campylobacter* spp in poultry meat in Southern Italy. *Food Control* 32: 715-718. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.02.011
26. **Noormohamed A, Fakhr MK. 2014.** Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Campylobacter* spp. in Oklahoma conventional and organic retail poultry. *Open Microbiol J* 8: 130-137. doi: 10.2174/1874285801408010130
27. **Paravisi M, Laviniki V, Bassani J, Kunert Filho HC, Carvalho D, Wilsmann DE, Borges KA, et al. 2020.** Antimicrobial resistance in *Campylobacter jejuni* isolated from Brazilian poultry slaughterhouses. *Braz J Poultry Sci* 22: eRBCA-2020-1262. doi: 10.1590/1806-9061-2020-1262

28. Pollett S, Rocha C, Zerpa R, Patiño L, Valencia A, Camiña M, Guevara J, Lopez M, Chuquiray N, Salazar-Lindo E. 2012. Campylobacter antimicrobial resistance in Peru: a ten-year observational study. *BMC Infect Dis* 12: 193. doi: 10.1186/1471-2334-12-193
29. Ramon Pardo P, Sati H, Galas M. 2018. Enfoque de una salud en las acciones para enfrentar la resistencia a los antimicrobianos desde una óptica latinoamericana. *Rev Peru Med Exp Salud Pública* 35: 103-109. doi: 10.17843/rpmpes.2018.351.3605
30. Rivera N, Bustos R, Montenegro S, Sandoval M, Castillo J, Fernández H, Maturana M, et al. 2011. Genotipificación y resistencia antibacteriana de cepas de *Campylobacter* spp aisladas en niños y en aves de corral. *Rev Chil Infectol* 28: 555-562. doi: 10.4067/S0716-10182011000700008
31. Sahin O, Yaeger M, Wu Z, Zhang Q. 2017. Campylobacter-associated diseases in animals. *Annu Rev Anim Biosci* 5: 21-42. doi: 10.1146/annurev-animal-022516-022826
32. Salinas M. 2020. Sobre las revisiones sistemáticas y narrativas de la literatura en Medicina. *Rev Chil Enf Respir* 36: 26-32. doi: 10.4067/S0717-73482020000-100026
33. Samad A, Abbas F, Ahmed Z, Akbar A, Naeem M, Sadiq MB, Ali I, et al. 2019. Prevalence, antimicrobial susceptibility, and virulence of *Campylobacter jejuni* isolated from chicken meat. *J Food Safety* 39: e12600. doi: 10.1111/jfs.12600
34. Sierra-Arguello YM, Quedi Furian T, Perdoncini G, Moraes HL, Salle CT, Rodrigues LB, Ruschel dos Santos L, et al. 2018. Fluoroquinolone resistance in *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* from poultry and human samples assessed by PCR-restriction fragment length polymorphism assay. *PLoS One* 13: e0199974. doi: 10.1371/journal.pone.0199974
35. Silva J, Leite D, Fernandes M, Mena C, Gibbs PA, Teixeira P. 2011. *Campylobacter* spp as a foodborne pathogen: a review. *Front Microbiol* 2: 200. doi: 10.3389/fmicb.2011.00200
36. Szczepanska B, Andrzejewska M, Spica D, Klawe JJ. 2017. Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* isolated from children and environmental sources in urban and suburban areas. *BMC Microbiol* 17: 80. doi: 10.1186/s12866-017-0991-9
37. Tang KL, Caffrey NP, Nóbrega DB, Cork SC, Ronksley PE, Barkema HW, Polachek AJ, et al. 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. *Lancet Planet Health* 1: e316-e327. doi: 10.1016/S2542-5196(17)30141-9
38. Tang KL, Caffrey NP, Nóbrega DB, Cork SC, Ronksley PE, Barkema HW, Polachek AJ, et al. 2019. Comparison of different approaches to antibiotic restriction in food-producing animals: stratified results from a systematic review and meta-analysis. *BMJ Glob Health* 4: e001710. doi: 10.1136/bmjgh-2019-001710
39. Vásquez Cano JF, Olivera Ángel M. 2012. Residuos de β -lactámicos en leche cruda y factores asociados a su presentación. *Rev UDCA Actual Divulg Cient* 15: 157-165. doi: 10.31910/rudca.v15.n1.2012.813
40. von Altrock A, Hamedy A, Merle R, Waldmann KH. 2013. *Campylobacter* spp – Prevalence on pig livers and antimicrobial susceptibility. *Prev Vet Med* 109: 152-157. doi: 10.1016/j.prevetmed.2012.09.010
41. Wang ShengMing, Huang FuChen, Wu ChiHung, Tang KuoShu, Tiao MaoMeng. 2011. Clinical significance of erythromycin-resistant *Campylobacter jejuni* in children. *J Microbiol*

- Immunol Infect 44: 63-66. doi: 10.1016/j.jmii.2011.01.012
42. **Wangroongsarb P, Cheunban N, Jittaprasatsin C, Kamthalang T, Saipradit N, Chaichana P, Pulsrikarn C, et al. 2021.** Prevalence and antimicrobial susceptibility of *Campylobacter* isolated from retail chickens in Thailand. Int J Food Microbiol 339: 109017. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.-2020.109017
43. **Wieczorek K, Denis E, Lynch O, Osek J. 2013a.** Molecular characterization and antibiotic resistance profiling of *Campylobacter* isolated from cattle in Polish slaughterhouses. Food Microbiol 34: 130-136. doi: 10.1016/j.fm.2012.-12.003
44. **Wieczorek K, Kania I, Osek J. 2013b.** Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* spp isolated from poultry carcasses in Poland. J Food Protect 76: 1451-1455. J Food Prot
45. **Zaidi MB, McDermott PF, Campos FD, Chim R, Leon M, Vazquez G, Figueroa G, et al. 2012.** Antimicrobial-resistant *Campylobacter* in the food chain in Mexico. Foodborne Pathog Dis 9: 841-847. doi: 10.1089/fpd.2012.1127