

DOI: <https://doi.org/10.56124/allpa.v8i16.0132>

Residuos de tetraciclinas, macrólidos y betalactámicos en productos pecuarios destinados a consumo humano: Una revisión bibliográfica

Residues of tetracyclines, macrolides and beta-lactams in livestock products intended for human consumption: A bibliographic review

Alava-Hidalgo Cristofer Jesús ¹; Vera-Mejía Ronald René ²

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manual Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: cristofer_alava_mmv@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-5652-5478>

² Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manual Félix López. Calceta, Ecuador.
Correo: rvera@espam.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8663-2943>

Resumen

La presente revisión bibliográfica analiza la presencia de residuos de antibióticos (principalmente tetraciclinas, macrólidos y betalactámicos) en productos pecuarios destinados al consumo humano y sus implicaciones en la salud pública. El estudio se desarrolló bajo los lineamientos PRISMA, a partir de una búsqueda sistemática en bases de datos científicas internacionales (Scopus, PubMed, ScienceDirect, entre otras) comprendida entre los años 2015 y 2025. De los 520 registros iniciales, se seleccionaron 32 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y calidad metodológica. Los resultados evidencian una alta prevalencia de residuos antimicrobianos en carne, leche y huevos, con concentraciones que en numerosos casos superan los límites máximos residuales (LMR) establecidos por la FAO, OMS y Codex Alimentarius. Dichos hallazgos revelan un uso inadecuado de los antibióticos en la producción animal, la falta de cumplimiento de los períodos de retiro y la debilidad de los sistemas de control sanitario. La presencia de estos residuos representa un riesgo directo para la salud humana por su relación con reacciones alérgicas, alteraciones en el microbiota intestinal y, especialmente, con el desarrollo de resistencia antimicrobiana.

Palabras clave: residuos de antibióticos, productos pecuarios, límites máximos residuales, salud pública, resistencia antimicrobiana.

Abstract

This literature review analyzes the presence of antibiotic residues—primarily tetracyclines, macrolides, and beta-lactams—in livestock products intended for human consumption and their implications for public health. The study was conducted under PRISMA guidelines, based on a systematic search of international scientific databases (Scopus, PubMed, ScienceDirect, among others) between 2015 and 2025. Of the 520 initial records, 32 studies were selected that met the inclusion and methodological quality criteria. The results show a high prevalence of antimicrobial residues in meat, milk, and eggs, with concentrations that in many cases exceed the maximum residual limits (MRLs) established by the FAO, WHO, and Codex Alimentarius. These findings reveal inappropriate use of antibiotics in animal production, lack of compliance with withdrawal periods, and weak sanitary control systems. The presence of these residues represents a direct risk to human health due to their association with allergic reactions, alterations in the intestinal microbiota and, especially, the development of antimicrobial resistance.

Keywords: antibiotic residues, livestock products, maximum residue limits, public health, antimicrobial resistance.

1. Introducción

Los antibióticos constituyen un grupo diverso de compuestos naturales, semisintéticos y sintéticos con actividad antimicrobiana, ampliamente utilizados tanto en medicina humana como veterinaria para el tratamiento y la prevención de enfermedades infecciosas (Phillips et al., 2004; Lekagul et al., 2020). En el ámbito pecuario, su aplicación se ha extendido no solo con fines terapéuticos y profilácticos, sino también como promotores del crecimiento y optimizadores de la conversión alimenticia, destacándose entre los más empleados las penicilinas, tetraciclinas, macrólidos, quinolonas y tilosina (Sarmah et al., 2006).

Se estima que alrededor del 80% de los animales destinados a la producción alimentaria reciben tratamientos antibióticos en algún momento de su ciclo productivo (Bacanli & Başaran, 2019). Sin embargo, el uso inadecuado de estos fármacos, la falta de control en la prescripción veterinaria y el escaso cumplimiento de los períodos de retiro han favorecido la presencia de residuos antimicrobianos en productos de origen animal, especialmente en carne, leche y huevos (Sachi et al., 2019; Chiesa et al.,

2020). Estos productos, cuyo consumo ha incrementado de forma sostenida en las últimas décadas (particularmente la carne, que alcanza un promedio mundial de 80 g por persona al día), representan una vía directa de exposición humana a dichas sustancias (Sans et al., 2016).

Frente a esta problemática, organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2024), han establecido límites máximos de residuos (LMR) permitidos para cada clase de antibiótico, con el propósito de proteger la salud del consumidor y garantizar la inocuidad alimentaria. No obstante, diversos estudios han documentado concentraciones que superan dichos límites, lo que evidencia fallas en las buenas prácticas veterinarias, deficiencias en la trazabilidad de los productos y la necesidad de fortalecer los sistemas de control sanitario (Ngangom et al., 2019; Zeuko, 2023).

El riesgo asociado a la ingesta de alimentos contaminados con residuos antimicrobianos no se limita a los efectos tóxicos directos, tales como: reacciones alérgicas o alteraciones en el microbiota intestinal, sino que también contribuye de manera significativa al desarrollo y

diseminación de resistencia antimicrobiana (RAM), un fenómeno considerado actualmente una de las principales amenazas para la salud pública mundial. De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2023), se proyecta que, para el año 2050, las infecciones resistentes a los antibióticos podrían causar hasta 10 millones de muertes anuales, superando incluso la mortalidad asociada a enfermedades crónicas no transmisibles.

En este contexto, la presente revisión bibliográfica tiene como objetivo sintetizar la evidencia científica disponible sobre la presencia de residuos de tetraciclinas, macrólidos y betalactámicos en productos pecuarios destinados al consumo humano, así como analizar sus implicaciones para la salud pública y la seguridad alimentaria, a fin de promover una gestión más responsable y sostenible del uso de antibióticos en la producción animal.

2. Metodología (materiales y métodos)

La metodología de la investigación bibliográfica se estructuró basada en los estándares PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), los cuales permiten detallar

como fue ejecutado el proceso de identificación, selección, evaluación y síntesis de los documentos a incluir, lo que permite garantizar una revisión de alta calidad (Page et al., 2021).

Estrategia para la búsqueda bibliográfica

La búsqueda de información se realizó entre los meses de [indicar mes y año] en diversas bases de datos científicas de alto impacto, tales como Scopus, PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, Redalyc y Scielo, utilizando una combinación de descriptores y operadores booleanos en español e inglés: “antibiotic residues” AND “livestock products” OR “meat” OR “milk” OR “eggs” AND “tetracyclines” OR “macrolides” OR “beta-lactams” AND “human health”.

Se incluyeron estudios publicados entre los años 2015 y 2025, en idioma inglés o español, que abordaran la detección, cuantificación o impacto de residuos de antibióticos en productos pecuarios destinados al consumo humano.

Inclusión de estudios

Se definieron y aplicaron criterios de selección para filtrar los estudios encontrados. Una vez realizada la recopilación inicial de 520 documentos,

se efectuó el descarte de aquellos artículos que no cumplían con los siguientes criterios de inclusión (Tabla 1):

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Publicaciones entre 2015 y 2025	Documentos duplicados, resúmenes sin texto completo o artículos sin autoría definida.
Estudios originales o revisiones sistemáticas que reporten la presencia o cuantificación de residuos de tetraciclinas, macrólidos o betalactámicos en productos pecuarios (carne, leche, huevos).	Publicaciones con enfoques no relacionados con residuos antimicrobianos o centradas en aspectos farmacológicos no vinculados al consumo humano.
Investigaciones desarrolladas en animales destinados al consumo humano o en sus derivados (productos lácteos, cárnicos o avícolas).	Estudios realizados en animales no destinados al consumo humano (mascotas, modelos experimentales, fauna silvestre).
Artículos que describan métodos analíticos de detección o evaluación del cumplimiento de límites máximos residuales.	Documentos sin descripción metodológica o sin resultados cuantitativos verificables sobre residuos antibióticos.
Artículos en español o inglés	Trabajos en otros idiomas, tesis no publicadas, reportes técnicos sin revisión científica o informes institucionales sin validación metodológica.

El proceso de revisión comenzó con la lectura crítica de los títulos y resúmenes de los artículos localizados, lo que permitió descartar aquellos sin autor identificado o que no trataban específicamente la detección de residuos de antibióticos en productos pecuarios. Posteriormente, se efectuó una evaluación exhaustiva de los textos completos de los estudios preseleccionados para verificar su relevancia y coherencia con los objetivos del trabajo. Finalmente, se consolidó un

conjunto de 32 artículos que cumplían con los criterios de inclusión y calidad científica previamente definidos.

Proceso de selección de estudios

La Tabla 2 resume el flujo del proceso de selección de estudios, que ilustra las distintas etapas desde la búsqueda inicial hasta la inclusión final de los artículos que cumplían con los criterios establecidos. Cada publicación fue revisada y evaluada de manera detallada para determinar su relevancia y

coherencia con la temática analizada. y la síntesis de la evidencia científica
Los resultados obtenidos sirvieron como disponible en este ámbito de
fundamento para el análisis comparativo investigación.

Tabla 2: Resumen del flujo de selección de estudios

Fase	Descripción	Cantidad
Identificados (bases de datos)	Artículos localizados en bases académicas	520
Identificados (otras fuentes)	Documentos técnicos y reportes institucionales, poco relevantes	45
Eliminados (duplicados)	Registros repetidos	85
Excluidos tras cribado inicial	Títulos/resúmenes no pertinentes	410
Evaluados en texto completo	Estudios con información relevante	70
Excluidos por elegibilidad	Estudios con baja calidad o sin datos	38
Incluidos en la síntesis final	Estudios que cumplieron criterios de inclusión	32

Análisis de la información

Cada artículo fue evaluado con base en su relevancia científica, rigor metodológico y aporte al tema de estudio. Se aplicó una ficha de extracción de datos estructurada para sistematizar información sobre: tipo de antibiótico, producto pecuario analizado, concentración del residuo, método de detección, límites máximos residuales (LMR) y conclusiones sobre riesgos para la salud humana.

La información recopilada se organizó y analizó de forma descriptiva y comparativa, identificando tendencias, brechas de conocimiento y coincidencias entre los estudios revisados.

3. Resultados y discusión

Residuos de antibióticos en productos de origen pecuario

Los grupos de antibiótico que se presentan con mayor prevalencia como residuo en productos pecuarios incluyen macrólidos, aminoglucósidos, betalactámico, tetraciclinas, sulfonamidas y fenincoles, dentro de estos grupos las tetraciclinas son las que reportan una mayor prevalencia en un estudio realizado en África se encontró una prevalencia del 43%, (Oladej et al., 2025).

Los macrólidos, especialmente la tilosina y eritromicina, son antibióticos ampliamente utilizados en producción

pecuaria, estudios recientes han máximo establecido en diversos detectado presencia de residuos de productos. macrólidos, que superan el límite

Tabla 3. Residuos de Macrólidos en productos pecuarios

Producto	Porcentaje de muestras con residuos	Lugar de estudio	Autor
Leche cruda	15,22%	Oman	(Al Kindi et al., 2024)
Huevos	21,73%	Argelia	(Batah et al., 2025)

Los hallazgos evidenciados en la Tabla 3, sugieren un incumplimiento frecuente de los períodos de retiro farmacológico. En el grupo de fármacos correspondientes a tetraciclinas, la situación es aún más preocupante; pues se ha reportado que el 75% de las muestras de huevos de granjas comerciales de Nigeria contenían residuos de oxitetraciclina, con el 30% excediendo el LMR de 400 µg/kg (Ghali et al., 2025); por otra parte, el 100% de las muestras de hígado de pollo muestreados para una investigación,

contenían residuos de tetraciclina, con el 13,1% superando los LMR (Ulomi et al., 2022). Datos que muestran como la salud del consumidor, está siendo comprometida por las altas cantidades de residuos que poseen estos alimentos. Otro grupo de fármacos, que se encuentra en la mira por la cantidad de residuos encontrados, son los betalactámicos, entre los que destacan las penicilinas y cefalosporinas por su cantidad de residuos reportados (Tabla 4).

Tabla 4. Residuos de betalactámicos en productos pecuarios

Producto	Porcentaje de muestras con residuos	Porcentaje que supera los LMR	Lugar de estudio	Autor
Carne de pollo	77,50%	22,50%	Líbano	(Jammoul & El Darra 2019)
Leche de vaca	50,00%	35,3	Sudáfrica	(Albanna et al., 2020)

Normativas vigentes sobre los límites máximos residuales

La gestión de los residuos de antibióticos en productos pecuarios está sujeta a un amplio conjunto de normativas y directrices establecidas por diversas organizaciones, que buscan proteger la salud pública y facilitar el comercio seguro de alimento.

Internacionales

A nivel internacional la Comisión del Codex Alimentarius (CAC) es el principal organismo internacional de

normalización en materia de inocuidad de los alimentos, su principal función es el establecimiento de Límites Máximos de Residuos (LMR) para medicamentos veterinarios en los alimentos, estos LMR representan la concentración máxima de un residuo de medicamento veterinario que se tolera legalmente en un producto alimenticio. Estos límites se basan en una evaluación toxicológica del riesgo (Ingesta Diaria Admisible - IDA) y en las buenas prácticas en el uso de medicamentos veterinarios (FAO, 2024)

Tabla 5. Límites máximos de residuos de antibióticos en estudio.

Antibióticos	LMR en carne (µg/kg)		
	Bovinos	Porcinos	Aves
Clortetraciclina / Oxitetraciclina / Tetraciclina	200	200	200
Dihidroestreptomicina / Estreptomicina	600	600	600
Bencilpenicilina / Bencilpenicilina Procaínica	50	50	50

(Codex Alimentarius, 2024)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) identifica la Residuos de antimicrobianos (RAM) como una grave amenaza para la salud pública mundial, acelerada por el frecuente uso de antibióticos en la producción animal, por lo que su enfoque se centra el cese del uso rutinario de antibióticos para la

promoción del crecimiento y la prevención de enfermedades en animales sano, excluyendo la utilización de los mismos, únicamente en animales enfermos que los requieran (OMS, 2023).

Por parte de la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OMSA) complementa

los esfuerzos de la OMS y el Codex, centrándose en los aspectos de sanidad animal y el uso responsable de los antimicrobianos, desarrollando normas para el uso responsable y prudente de los antibióticos en la medicina veterinaria.

Regionales

En Latinoamérica el uso de antibióticos y la consecuente preocupación por los residuos en productos pecuarios son temas de creciente relevancia, debido a que investigaciones efectuadas durante la última década, evidencian que esta región es una de las regiones con niveles más altos de RAM en productos de origen animal que llegan al consumidor final (Sarango, 2024)

Dentro de los organismos regulatorios de Latinoamérica, se destaca Mercado Común del Sur (Mercosur) el cual se encarga de establecer resoluciones que permitan armonizar los LMR entre los países del sur de América, usando siempre como base los estándares establecidos por el Codex alimentarius; sin embargo, la efectividad de estas resoluciones se ve comprometida por las disparidades en la implementación y el cumplimiento a nivel de cada país (Mercosur, 2023)

Nacionales

Ecuador, como país con una importante producción pecuaria, cuenta con un marco regulatorio específico para la gestión de medicamentos veterinarios y el control de sus residuos, a través de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad), entidad que se encarga de determinar a nivel nacional los LMR a aplicarse, con la finalidad de garantizar la inocuidad de los alimentos, basándose en los límites establecidos por el Codex Alimentarius o por organismos internacionales oficiales de referencia; incluidas sus actualizaciones y/o modificaciones, y sustituciones de regulaciones (Agrocalidad, 2025)

Impacto de los residuos de antibióticos en la salud humana

La presencia de residuos de antibióticos en productos pecuarios conlleva a una serie de implicaciones negativas o de efectos negativos para la salud pública siendo la más crítica la contribución al desarrollo y diseminación de la resistencia de antimicrobiana (RAM).

El vínculo crítico con la resistencia de los antimicrobianos (RAM)

Actualmente la resistencia a los antimicrobianos es la más grande amenaza para la salud pública la cual se encuentra asociada a los residuos de antibióticos el uso excesivo e inapropiado en estos fármacos de estos fármacos en animales destinados a la producción de alimentos constituye un factor de riesgo principal para el desarrollo y la propagación de las resistencias antimicrobianas (Manyi et al., 2018). Hoy se estima que el 72,5% del consumo de antibióticos a nivel global está destinado al sector animal, por lo que la generación de bacterias resistentes por el abuso y mal uso de estos antibióticos en los animales, podrían comprometer a través de la cadena alimentaria la salud de los humanos, la exposición a niveles bajos de residuos antibióticos pueden alterar la microbiota intestinal de los humanos y favorecer la selección y proliferación de cepas resistentes (Angeles et al., 2025; Getahun et al., 2023).

Reacciones alérgicas y toxicidad directa:

Además del efecto adverso de resistencia ya mencionado los residuos

de antibióticos pueden tener otros efectos nocivos sobre la salud humana los cuales pueden ser: reacciones alérgicas debido a la hipersensibilización causada por ciertos fármacos como los betalactámicos (penicilina), otros como la carcinogenicidad, la cual se ha asociado a ciertos residuos de antibióticos como la sulfadimetoxina la oxitetraciclina y la furazolidona las cuales poseen un potencial carcinógeno (Vishnuraj et al. 2016); otro de los aspectos nocivos es la preocupación a que estos puedan causar efectos de teratogénesis causando defectos congénitos o llegar a causar mutagenicidad, es decir inducir mutaciones genéticas por efectos secundarios de residuos de antibióticos (Izah et al. 2025).

Impacto en el microbiota intestinal humana:

Estudios revelan que la exposición a residuos de antibióticos puede provocar una disrupción de la flora intestinal normal esta alteración del microbiota es una preocupación actual debido a que potenciales consecuencias a largo plazo para la salud incluyendo la predisposición a infecciones y

enfermedades metabólicas (Chen et al., 2022).

Resistencia a los antibióticos

La exposición a concentraciones residuales de antibióticos a través de alimentos puede promover la selección sobre bacterias comensales y patógenas, promoviendo el desarrollo y diseminación de resistencia antimicrobiana, este fenómeno representa una de las amenazas más graves para la salud pública global (Arsène et al., 2022) ; debido a que los residuos de antibióticos en productos animales facilitan la transferencia de genes de resistencia antimicrobiana (ARG) desde animales hasta humanos a través de la cadena alimentaria (Qamar et al., 2023).

Qamar et al. (2023) en su investigación reportaron que se han aislado de productos cárnicos y lácteos las bacterias resistentes, como: E. coli productora de betalactamasas de espectro extendido (BLEE), Salmonella resistente a múltiples fármacos y Staphylococcus aureus resistente a meticilina (SARM).

4. Conclusiones

La revisión bibliográfica realizada evidencia que la presencia de residuos de antibióticos en productos pecuarios destinados al consumo humano continúa siendo una problemática vigente y de gran relevancia para la salud pública mundial. Los resultados recopilados muestran que las tetraciclinas, macrólidos y betalactámicos constituyen los grupos antimicrobianos más detectados en carne, leche y huevos, superando en múltiples casos los límites máximos de residuos (LMR) establecidos por organismos internacionales como la FAO, OMS y Codex Alimentarius. Esta situación refleja un incumplimiento recurrente de los períodos de retiro farmacológico, así como deficiencias en las prácticas de uso racional de antimicrobianos en la producción animal.

Los hallazgos revisados demuestran que el consumo de alimentos contaminados con residuos antibióticos representa un riesgo multifactorial para la salud humana, asociado no solo a reacciones alérgicas y toxicidad directa, sino, principalmente, a la emergencia y propagación de resistencia

antimicrobiana (RAM). Este fenómeno compromete la eficacia terapéutica de los antibióticos de uso clínico y constituye una amenaza creciente para los sistemas de salud, con proyecciones alarmantes de morbilidad en las próximas décadas.

A nivel normativo, si bien existen marcos regulatorios internacionales y nacionales que establecen límites y procedimientos para el control de residuos, los resultados reflejan brechas significativas en la implementación, fiscalización y armonización de políticas, especialmente en países latinoamericanos. Es imperativo fortalecer los sistemas de vigilancia y monitoreo, promoviendo la capacitación técnica de los productores, médicos veterinarios y autoridades sanitarias, así como la aplicación de métodos analíticos más sensibles y estandarizados.

Es de destacar que la mitigación del riesgo asociado a los residuos de antibióticos requiere una estrategia integral que articule acciones coordinadas entre los sectores humano, animal y ambiental. Solo mediante una gestión responsable del uso de antimicrobianos, acompañada de una regulación efectiva y programas de

educación sanitaria, será posible garantizar la inocuidad alimentaria y la sostenibilidad de los sistemas productivos pecuarios.

Bibliografía

Agrocalidad (2025). Resolución 0314. Límite máximo para residuos de medicamentos veterinarios. https://www.agrocalidad.gob.ec/wp/content/uploads/2025/03/RESOLUCION_0314.pdf

Al Kindi, S., Ahuja, A., Al Hilali, M., Al Maimani, R. (2024). Screening of veterinary drug residues in marketed milk and eggs in Oman. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases* 14(3), 373-378. doi: 10.4103/ijnpnd.ijnpnd_79_24

Albanna, A., Fadhel, M. N., & Al Shaker, Y. M. (2020). Detection Beta-lactam residues in imported and local dairy products in Mosul city. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 553, 012014. IOP Publishing. Doi: 10.1088/1755-1315/553/1/012014

Angeles C., Contreras, D., Espinosa, A., Robles, L., Ghavipanje, N., & Gonzalez-Ronquillo, M. (2025). Multivariate Approach to Antimicrobial Residue Concentrations in Animal-Derived Products: An Analytical

- Review. Veterinary Medicine and Science, 11(2), e70297. <https://doi.org/10.1002/vms3.70297>
- Arsène, M. M. J., Davares, A. K. L., Viktorovna, P. I., Andreevna, S. L., Sarra, S., Khelifi, I., & Sergueïevna, D. M. (2022). The public health issue of antibiotic residues in food and feed: Causes, consequences, and potential solutions. Veterinary world, 15(3), 662. doi: 10.14202/vetworld.2022.662-671
- Bacanli, M., & Başaran, N. (2019). Importance of antibiotic residues in animal food. Food and Chemical Toxicology, 125, 462-466. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.01.033>
- Batah, R., Belbel, Z., Melouah, K., Labied, I., Benaldjia, L., & Berreghis, A. (2025). Detection of antibiotic residues in cow's milk using microbiological screening test in Souk Ahras, Algeria. Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, 76(1), 8865-8870. <https://doi.org/10.12681/jhvms.38195>
- Chen, R. A., Wu, W. K., Panyod, S., Liu, P. Y., Chuang, H. L., Chen, Y. H., & Sheen, L. Y. (2022). Dietary exposure to antibiotic residues facilitates metabolic disorder by altering the gut microbiota and bile acid composition. Msystems, 7(3), e00172-22. doi: 10.1128/msystems.00172-22
- Chiesa, L. M., DeCastelli, L., Nobile, M., Martucci, F., Mosconi, G., Fontana, M., & Panseri, S. (2020). Analysis of antibiotic residues in raw bovine milk and their impact toward food safety and on milk starter cultures in cheese-making process. LWT 131: 109783. Publisher Full Text. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109783>
- Getahun, M., Abebe, R. B., Sendekie, A. K., Woldeyohanis, A. E., & Kasahun, A. E. (2023). Evaluation of antibiotics residues in milk and meat using different analytical methods. International journal of analytical chemistry, (1), 4380261. <https://doi.org/10.1155/2023/4380261>
- Ghali Mohammed, I., Ghali, S. Omotayo, Ayoade Odetokun, I., Adeyemo, I. Adewuyi & Olufemi Olatoye, I. (2025). Oxytetracycline Residues in Eggs From Commercial Poultry Farms in Ilorin City, Nigeria. Iranian Journal of Veterinary Medicine, 19(2), 299-306. doi: 10.32598/ijvm.19.2.1005536
- Izah, S. C., Nurmahanova, A., Ogbu, M. C., Toktarbay, Z., Umirbayeva, Z., Ussen, K., & Guo, Z. (2025). Public health risks associated with antibiotic residues in poultry food products. Journal of Agriculture and Food Research,

- 21, 101815.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101815>
- Jammoul, A., & El Darra, N. (2019). Evaluation of Antibiotics Residues in Chicken Meat Samples in Lebanon. *Antibiotics*, 8(2), 69. <https://doi.org/10.3390/antibiotics8020069>
- Lekagul, A., Tangcharoensathien, V., Mills, A., Rushton, J., & Yeung, S. (2020). How antibiotics are used in pig farming: a mixed-methods study of pig farmers, feed mills and veterinarians in Thailand. *BMJ Global Health*, 5(2), e001918. <https://doi.org/10.1093/jac/dkg483>
- Manyi-Loh, C., Mamphweli, S., Meyer, E., & Okoh, A. (2018). Antibiotic use in agriculture and its consequential resistance in environmental sources: potential public health implications. *Molecules*, 23(4), 795. doi: 10.3390/molecules23040795
- Mercosur (2023). Criterios para la adopción de límites máximos de residuos de principios activos de medicamentos veterinarios en alimentos de origen animal. <https://normas.mercosur.int/public/normativas/4675>
- Ngangom, B. L., Tamunjoh, S. S. A., & Boyom, F. F. (2019). Antibiotic residues in food animals: Public health concern. *Acta Ecologica Sinica*, 39(5), 411-415. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2018.10.004>
- Oladeji, O. M., Mugivhisa, L. L., & Olowoyo, J. O. (2025). Antibiotic residues in animal products from some African countries and their possible impact on human health. *Antibiotics*, 14(1), 90. <https://doi.org/10.3390/antibiotics14010090>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2024) Límites máximos de residuos (LMR) | CODEXALIMENTARIUS FAO-WHO. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/maximum-residue-limits/es/>
- Organización Mundial de la Salud [OMS] (2023) Resistencia a los antimicrobianos. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>
- Organización Mundial de la Salud Animal [OMSA] (2021) Instrumentos internacionales relativos al uso de antimicrobianos en el sector de la salud humana y los sectores animal y vegetal. <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/7daf36f8-c70a-42b5-8786-e8816d90fd5f/content>

- Organización Panamericana de la Salud [OPS] (2023). Resistencia antimicrobiana: una amenaza real. <https://www.paho.org/es/noticias/21-11-2023-resistencia-antimicrobiana-amenaza-real>.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *bmj*, 372.
- Phillips, I., Casewell, M., Cox, T., De Groot, B., Friis, C., Jones, R., & Waddell, J. (2004). Does the use of antibiotics in food animals pose a risk to human health? A critical review of published data. *Journal of antimicrobial Chemotherapy*, 53(1), 28-52. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2019-001918>
- Qamar, M. U., Aatika, Chughtai, M. I., Ejaz, H., Mazhari, B. B. Z., Maqbool, U., ... & Junaid, K. (2023). Antibiotic-resistant bacteria, antimicrobial resistance genes, and antibiotic residue in food from animal sources: one health food safety concern. *Microorganisms*, 11(1), 161. doi: 10.3390/microorganisms11010161
- Sachi, S., Ferdous, J., Sikder, M. H., & Hussani, S. A. K. (2019). Antibiotic residues in milk: Past, present, and future. *Journal of advanced veterinary and animal research*, 6(3), 315. <https://doi.org/10.5455%2Fjavar.2019.f350>
- Sans, P., Sans, P., y Combris, P. (2015). Patrones de consumo mundial de carne: una visión general de los últimos cincuenta años (1961-2011). *Meat science*, 109, 106-11. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.05.012>
- Sarango Berru, A. S. (2024). Resistencia a los antimicrobianos por enterobacterias a nivel de América Latina y el Caribe 2013-2023. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/16743>
- Sarmah, A. K., Meyer, M. T., & Boxall, A. B. (2006). A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. *Chemosphere*, 65(5), 725-759. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.03.026>
- Ulomi, W. J., Mgaya, F. X., Kimera, Z., & Matee, M. I. (2022). Determination of Sulphonamides and Tetracycline Residues in Liver Tissues of Broiler Chicken Sold in Kinondoni and Ilala Municipalities, Dar es Salaam, Tanzania. *Antibiotics*, 11(9), 1222. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11091222>

Vishnuraj, M. R., Kandeepan, G., Rao, K. H., Chand, S., & Kumbhar, V. (2016). Occurrence, public health hazards and detection methods of antibiotic residues in foods of animal origin: A comprehensive review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), 1235458. <https://doi.org/10.1080/23311932.2016.1235458>

Zeuko E. (2023). Antibiotic residues in food. In *Antibiotics-Therapeutic Spectrum and Limitations* (pp. 645-675). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95388-7.00021-8>