

# IMPACTO DE RESIDUOS DE IVERMECTINA EN LOS ALIMENTOS DE ORIGEN ANIMAL: REVISIÓN

## IMPACT OF IVERMECTIN RESIDUES IN FOODS OF ANIMAL ORIGIN: REVIEW

Ricardo Romero Montalvo <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Médico Veterinario. Matriculado en el Programa de Maestría en Medicina Veterinaria, Mención Salud y Reproducción en Especies Productivas de la Facultad de Posgrado de la Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3652-3258>. Correo: [rromero2591@utm.edu.ec](mailto:rromero2591@utm.edu.ec)

Edgardo Zambrano Alcívar <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Técnica de Manabí. Docente-Investigador. Carrera de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1251-5231>. Correo: [edgardo.zambrano@utm.edu.ec](mailto:edgardo.zambrano@utm.edu.ec)

\* Autor para correspondencia: [rromero2591@utm.edu.ec](mailto:rromero2591@utm.edu.ec)

### Resumen

La ivermectina es un antiparasitario ampliamente utilizado en la industria ganadera para el control de parásitos internos y externos. Sin embargo, su uso puede resultar en la presencia de residuos en la carne de los animales tratados. El objetivo del presente estudio es examinar teóricamente el impacto residual de la ivermectina en alimentos provenientes del ganado bovino. La metodología se fundamenta en un enfoque cualitativo repasando de forma detallada de parte de estudios científicos y experimentales. Los resultados evidencian que la existencia residual del fármaco esté presente en los propios alimentos que no se conocen, pero su consumo diario podría crear afectaciones en la salud humana. Por último, de lo abordado se puede asegurar que la utilización inadecuada de las ivermectinas en la desparasitación clásica de los bovinos de forma imprudente e irrespetando las dosis establecidas y los tiempos de retiro, terminarán siendo un problema de salud pública.

**Palabras clave:** ivermectina; codex alimentarius; LMP; límite máximo permitido

### Abstract

*The area of Veterinary Medicine has many points of analysis ranging from prevention of pathologies to regulation and control of products of animal origin; from there, investigations in other territories make it possible to perceive a problem about the absurd and imprudent use of certain drugs of animal origin that have the possibility of creating residuality in the final product. The objective is to examine theoretically the*

*residual impact of ivermectin in cattle feed. The methodology is based on a qualitative approach reviewing in detail part of the scientific and experimental research. The results suggest that the residual existence of the drug is present in our own food that we do not know about, but its daily consumption could affect human health. In the end, it can be assured that the inadequate use of ivermectins as classical deworming in cattle is applied in an imprudent manner, disrespecting the established doses, and will end up being a public health problem.*

**Keywords:** *ivermectin; codex alimentarius; MRL; maximum permissible limit*

**Fecha de recibido:** 02/01/2024

**Fecha de aceptado:** 20/02/2024

**Fecha de publicado:** 19/03/2024

## Introducción

La carne de ganado bovino, desde la perspectiva veterinaria, no solo es un componente esencial de la alimentación humana, sino que, además, la salud y bienestar de los propios bovinos juega un papel importante en su calidad. La producción de carne bovina implica una interacción compleja entre la crianza y manejo de ganado, la prevención de enfermedades y la garantía de la calidad del producto final. Los veterinarios desempeñan un papel fundamental en cada etapa de este proceso, contribuyendo al bienestar animal, la salud pública y la seguridad alimentaria.

El incremento de la población mundial ha creado la necesidad de diversificar y aumentar las fuentes de proteína de origen animal, entre estas la carne de bovino (Aarestrup et al., 2001). Sin embargo, en países en desarrollo se requiere mejoras en el manejo de productos de uso veterinario (lee et al., 2018), como los antiparasitarios que, si bien son altamente eficaces, el uso recurrente e inadecuado genera residuos de depósito y contaminación ambiental (Medina, 2011).

A nivel mundial existen organizaciones encargadas de establecer las pautas para el control y vigilancia de residuos de fármacos, entre las que destacan: el Programa Internacional de Seguridad de Sustancias Químicas (IPCS, por sus siglas en inglés) establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) quien regula el manejo de residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos (Lozano & Arias, 2008), o la comisión de Codex Alimentarius, encargada proteger la salud de los consumidores mediante la aplicación de un límite máximo de residuos en alimentos de consumo humano (LMR).

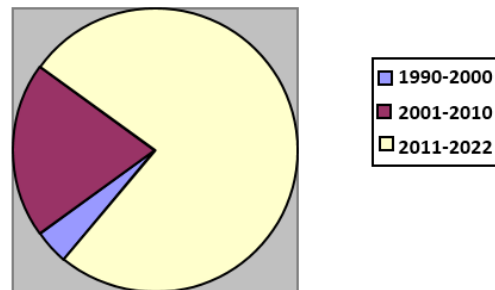
La aplicación de estos límites máximos de residuos (LMR), evalúan el grado de contaminación, la cantidad de sustancias tóxicas naturales y los residuos de medicamentos veterinarios, mediante la identificación del fármaco original, un metabolito o una combinación de fármaco original y metabolito con la finalidad de reflejar la concentración total del fármaco y el metabolito en un tejido, para luego comparar con los valores de tolerancia establecidas para cada una de las sustancia en de los diferentes tejidos comestibles de depósito por especie animal (Craigmill & Cortright, 2002).

El objetivo del presente estudio es examinar teóricamente el impacto residual de la ivermectina en alimentos provenientes del ganado bovino.

## Materiales y métodos

La presente investigación tuvo como objetivo realizar un análisis de literatura mediante un enfoque cualitativo de manera descriptiva empleando métodos científicos, históricos y analíticos, además de criterios basados en las reglas del Codex y en los registros brindados por la organización de los medicamentos veterinarios, para proporcionar información verídica en la obtención de los resultados y discusión.

La búsqueda de información sobre el impacto de la residualidad de la ivermectina en la carne de bovino en español e inglés desde 1993 hasta 2020. Se utilizaron varias bases de escritura científica (PubMed, Scielo, Elsevier, Journal, etc.), y revisiones agropecuarias de Latinoamérica.



**Figura 1.** Análisis bibliométrico por actualidad de las fuentes bibliográficas para el análisis del impacto de residuos de ivermectina en ganado bovino.

## Resultados y discusión

La FAO (2018), estableció los parámetros para evaluar la inocuidad de los residuos de fármacos de uso veterinario como la ivermectina en los alimentos de ganado vacuno y los plasmó en el Codex Alimentarius, allí se pueden observar los límites permitidos en los derivados de origen animal, resaltando el consumo de carne.

<b>IVERMECTINA (antihelmíntico)</b>				
<b>Evaluación del JECFA:</b> 36 (1990); 40 (1992); 54 (2000); 58 (2002) <b>Ingesta diaria admisible:</b> 0-1 µg/kg de peso corporal (40.a JECFA, 1992).				
<b>Definición del residuo:</b> 22,23-Dihidroavermectina B1a (H2B1a).				
<b>Especie</b>	<b>Tejido</b>	<b>LMR (µg/kg)</b>	<b>CAC</b>	<b>Notas</b>
<b>Vacuno / Vaca</b>	Hígado	100	20.º (1993)	
<b>Vacuno / Vaca</b>	Músculo	4	20.º (2014)	<b>El Comité recomendó un LMR de 4 µg / kg para el músculo de bovino(FAO, 2018)</b>
<b>Vacuno / Vaca</b>	Grasa	40	20.º (1993)	
<b>Vacuno / Vaca</b>	Leche	10	26.º (2003)	

**Figura 2.** Límites máximos de residuos (LMR) de ivermectina de uso veterinario en los alimentos los recomendados en el Codex Alimentarius (FAO & OMS, 2015).

Si bien el Codex Alimentarius, establece un valor mínimo de residuo de ivermectina en los productos de origen vacuno, hay otros organismos como la Agencia Europea de Medicamentos quien indica que la aplicación de ivermectina en la especie bovina de producción lechera y cárnica principalmente vía muscular provoca que los subproductos no sean aptos para el consumo humano, ya que se ha evidenciado residuos del fármaco en el sitio de aplicación hasta 1300 µg / kg por más de 28 días después de su aplicación (European Medicines Agency , 2014).

Para asegurar la calidad de los alimentos, existe una normativa que regula el uso de los medicamentos veterinarios y la cantidad de residuos permitidos en los diferentes tejidos, productos y subproductos de origen animal (AGROCALIDAD, 2017).

### **Residualidad de la ivermectina**

En los últimos años existe gran preocupación por los residuos de medicamentos en los alimentos de origen animal, considerando un problema de salud pública (Lozano & Arias, 2008).

La Ivermectina, un endectocida liposoluble y análogo semi-sintético de la abamectina, ha demostrado ser una herramienta eficaz en el control de nematodos y artrópodos en diversas especies, incluyendo equinos, bovinos y porcinos. Además, su uso en perros y gatos como preventivo de las filarias cardiacas destaca su versatilidad en la medicina veterinaria (Ōmura, 2008). La flexibilidad de administración, ya sea vía oral, subcutánea, intramuscular o tópica, proporciona a los profesionales veterinarios opciones diversas para adaptarse a las necesidades de cada situación.

La biodisponibilidad de la Ivermectina varía según la vía de administración, según indican estudios como el de Gokbulut et al. (2007). En particular, la administración parenteral, aunque más lenta en ser absorbida, ofrece una mayor disponibilidad a nivel plasmático, prolongando su tiempo de acción y mejorando su eficacia,

según concluye González et al. (2009). Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar la vía de administración en la planificación de tratamientos para asegurar la máxima eficacia terapéutica.

Las ivermectinas poseen propiedades físicas químicas con alto peso molecular y gran lipofilidad, características farmacocinéticas que generan un alto volumen de distribución del fármaco, alojándose en grasa corporal y músculo, lo cual prolonga su persistencia dentro del organismo. (Pérez et al., 2006), generando periodos largos de residuos en los diferentes tejidos (Garzón, 2016). La vía de eliminación principal son las heces en todas las especies, independiente de su lugar de aplicación, esta representa un 90%, seguida de la excreción vía orina en un 2%. Finalmente, la bilis también contribuye en la eliminación de residuos en bajas concentraciones (González et al., 2009).

A pesar de todas estas vías de eliminación de la ivermectina, se han reportado grandes cantidades de residuos en diferentes tejidos, productos y subproductos de origen animal (Medina, 2011).

Según Escribano et al., (2012), el uso indebido o indiscriminado de este medicamento puede conducir a la presencia de residuos desconocidos o no controlados en los alimentos para animales, lo que puede provocar un riesgo potencial para la salud de los consumidores.

Cuando la droga no se metaboliza después de la administración, las mayores concentraciones de residuos se han encontrado en el hígado, seguido de grasa, riñón y luego músculo (Rivera et al., 2011).

En un estudio (Rose et al., 1998) se descubrió que la droga era estable al efecto de la cocción. Se observó cierta lixiviación de ivermectina con jugos que exudaban de los alimentos a medida que se cocinaban; en un caso esto representó aproximadamente el 50% del residuo total.

Sin embargo, Lifschitz et al. (2000) indican que la concentración es más elevada en pulmón, mucosa intestinal y mucosa del abomaso, persistiendo en estos órganos hasta aproximadamente 48 horas. Además, se destaca que el metabolismo de la ivermectina es mínimo en todas las especies, y se ha detectado una excreción notable en orina, heces y leche, subrayando la importancia de evitar que la leche y carne destinada al consumo humano provenga de animales tratados con este antiparasitario.

En un estudio realizado por Cooper et al., (2011) para saber la presencia de ivermectina en carne y el hígado mediante la técnica de cocción se procedió hacer un asado (40 min a 190 ° C) o frito poco profundo (músculo 8-12 min, hígado 14-19 min) llegando a la conclusión que la cocción convencional no puede, por lo tanto, considerarse una protección contra la ingestión de residuos de medicamentos veterinarios en la carne de vacuno.

Coincide Avcı & Filazi, (2020) que no solo en carne existe residualidad del fármaco a altas temperaturas sino también procesos de pasteurización y ebullición donde no se vio afectada la presencia de las lactonas macrocíclicas como la doramectina y la ivermectina.

### **Método para identificar residuos del fármaco.**

Las normas mundiales para detectar analitos residuales de medicamentos veterinarios, se ajustan de acuerdo con las Normas del Codex (afiliadas a la “Organización Mundial de la Salud” y la “Organización de las Naciones Unidas”, hacia la Agricultura y la Alimentación) (Song et al., 2016).

Los datos de toxicología requeridos deben incluir estándar de pruebas que caractericen los peligros potenciales que puede presentar el medicamento, las relaciones dosis-respuesta para esta toxicidad (Craigmill & Cortright, 2002)

Se han utilizado diferentes técnicas para analizar la ivermectina, destacando la cromatografía líquida asociada a detectores sensibles, como la espectrometría de masas y la fluorescencia (De Lima et al., 2016).

### **Detección analítica**

La detección de analitos de ivermectina se realiza mediante cromatografía de alta resolución (HPLC), se ha desarrollado en diferentes matrices como hígado, músculo, leche, suero (Jabber et al., 2017) donde se somete a procesos de extracción y posterior derivatización, para después poder ser examinadas por HPLC con detector de fluorescencia (Pérez et al., 2006).

La detección por espectrometría de proporciona un enfoque universal aplicable a la más amplia gama de medicamentos veterinarios siendo la técnica más común para el análisis de medicamentos veterinarios en productos alimenticios que proporciona una mayor comprensión de la composición de una muestra y la libertad de medir compuestos sin ajustes previos específicos de compuestos (Pugajeva et al., 2019).

### **Detección inmunológica**

Sin embargo, según existe otro método de detección mediante la técnica ELISA, que es un inmuno-ensayo enzimático competitivo basado en anticuerpos contra la ivermectina, es una prueba de tamizaje económica y sencilla de realizar de forma cualitativa (Garzón, 2016).

En ganaderías extensas usan como protocolo la técnica de Elisa como pruebas de rutina cuando esta salen positivas proceden a realizar las pruebas mediante la cromatografía líquida para su confirmación (Toldrá & Reig, 2006).

### **Efectos e impacto en la salud humana**

El riesgo para la salud humana puede resultar de la presencia de residuos de medicamentos veterinarios y / o sus metabolitos en órganos y tejidos comestibles de animales tratados, en particular residuos en concentraciones que superen los LMR establecidos por CODEX ALIMENTARIUS (Ture et al., 2019).

Al no respetar las dosis según Merchan et al., (2017) puede originar cuadros subclínicos de origen hepático pueden redundar en el detrimento de los parámetros productivos como lo menciona Aytenfsu & Mamo, (2016) la ivermectina tiene un efecto teratogénico en animales de laboratorio como ratas, conejos y ratones. En la salud humana menciona Rana et al., (2019) la biotransformación de pesticidas organoclorados al administrar en animales de producción o las medidas para la prevención de la infestación de plagas, contribuyen a la bioacumulación de pesticidas persistentes en alimentos derivados de origen animal o vegetal que según Cópola, (2011) puede provocar productos cancerígenos (cualquier sustancia, organismo, agente físico o estado de deficiencia que puede darse en la gestación o defectos congénitos) con consecuencias a largo plazo.

Las reacciones alérgicas que se generan a corto plazo como la hipersensibilidad al fármaco se definen como una respuesta inmunomediada a un fármaco en un paciente sensibilizado, y la alergia al fármaco se limita a

una reacción mediada por IgE. Ciertos macrólidos también pueden ser responsables excepcionalmente de lesiones hepáticas, causadas por una respuesta alérgica específica a las células hepáticas modificadas con macrólidos. (Cooper et al., 2011)

## Discusión

A partir de la literatura revisada, se determina que existen residuos de ivermectina en alimentos de origen animal como la carne debido al uso indiscriminado del mismo y que no se respetan los tiempos de retiro del fármaco. Comparando esto con el estudio realizado por Núñez, (2007), quien examinó la presencia de ivermectina en ovejas que recibieron altas dosis del fármaco por vía subcutánea. Recolectaron muestras de hígado, riñón, músculo y grasa el 1,5 días; 7: Las concentraciones observadas los días 14 y 21 excedieron el límite permitido (100 ug/g), pero el día 21 la concentración fue menor. Por otro lado, Arauz, (2016) en un estudio similar realizado en un matadero de Nicaragua entre enero y junio de 2015 demostró que el contenido de ivermectina en la carne excedía el límite permisible del 0,1%, lo que provocó el decomiso de la carne y pérdidas económicas causando pérdidas a los agricultores.

Además, el consumo de carne con alto contenido de ivermectina puede causar problemas de salud pública; según el estudio de Lifschitz et al. (2000) se mostraron concentraciones elevadas en vísceras blancas y rojas a las 48 horas. Según este estudio, la producción de leche y carne también se vio comprometida por la presencia de metabolitos.

Adicionalmente, en un estudio de Cooper et al. (2011), la carne estuvo expuesta a la ivermectina utilizando técnicas de cocción a más de 190 grados durante más de 15 minutos. Concluyeron que esta técnica no puede considerarse como alternativa para la eliminación de los metabolitos de ivermectina. Es decir, los procesos de pasteurización y cocción no funcionan este tipo de casos.

Por lo tanto, existe la necesidad de desarrollar estudios de los peligros de residualidad y respetar los tiempos de retiro de fármacos veterinarios en los alimentos, que constituya el soporte científico para el desarrollo de programas de vigilancia y control de residuos en los alimentos destinados al consumo nacional y para exportación.

## Conclusiones

Según la literatura citada, en rumiantes domésticos en pastoreo administrados con antiparasitarios del grupo de la avermectina, se va a tener inevitablemente algún tipo de impacto adverso residual en los productos y sus derivados provocados por dosis mal empleadas. Entre los efectos adversos en la población humana se puede mencionar la hipersensibilidad a cualquier subproducto farmacológico y la toxicidad hepática.

Por otro lado, con el adecuado control de las desparasitaciones en las ganaderías, con la debida supervisión del Médico Veterinario o inclusive teniendo presente otras posibilidades que no generen un efecto importante en la salud humana, se disminuiría la presencia de residuos de ivermectina en los alimentos.

En un enfoque proactivo, la promoción de prácticas ganaderas sostenibles busca reducir la dependencia de productos químicos. La capacitación de productores, la implementación de buenas prácticas de manejo y la investigación son esenciales para desarrollar alternativas más seguras y sostenibles. La colaboración en toda

la cadena, desde la producción hasta el consumidor, es clave para asegurar que la ivermectina se utilice de manera segura y cumpla con los estándares más altos de seguridad alimentaria.

Es fundamental saber cómo fomentar prácticas ganaderas sostenibles y así poder reducir la dependencia de productos químicos en específico de estos residuos en carne de ganado bovino, esto es esencial para preservar la salud de los ecosistemas y garantizar la eficacia a corto y largo plazo.

Para futuras publicaciones se propone la ejecución de estudios en los que se lleven a cabo pruebas de laboratorio detallando los valores residuales obtenidos para que sirva de guía a los entes reguladores de control y de esta forma contribuir a la seguridad alimentaria en las regiones de estudio.

## Referencias

- AGROCALIDAD. (2017). Plan-Nacional-Vigilancia-Control-Contaminantes-Produccion-Primaria-064 (p. 51). <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/dia/plan-nacional-vigilancia-control-contaminantes-produccion-primaria-064.pdf>
- Arauz, M. (2016). de Ivermectina en carne bovina en Matadero Novaterra S.A -Tipitapa Enero – Junio 2015. Universidad Nacional Agraria, UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3350/>
- Avci, B., & Filazi, A. (2020). The effects of heat applications on macrocyclic lactone-structured antiparasitic drug residues in cows' milk. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 37(7), 1145–1155. <https://doi.org/10.1080/19440049.2020.1753892>
- Aytenfsu, S., & Mamo, G. (2016). Review on Chemical Residues in Milk and Their Public Health Concern in Ethiopia. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(4). <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000524>
- Cooper, K. M., Whelan, M., Danaher, M., & Kennedy, D. G. (2011). Stability during cooking of anthelmintic veterinary drug residues in beef. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 28(2), 155–165. <https://doi.org/10.1080/19440049.2010.542775>
- Cóppola, D. B. (2011). Origen Residuos Veterinarios. 48–50.
- Craigmill, A. L., & Cortright, K. A. (2002). Interspecies considerations in the evaluation of human food safety for veterinary drugs. *AAPS PharmSci*, 4(4), 1–11. <https://doi.org/10.1208/ps040434>
- De Lima, M. M., Vieira, A. C., Martins, I., Boralli, V. B., Borges, K. B., & Figueiredo, E. C. (2016). On-line restricted access molecularly imprinted solid phase extraction of ivermectin in meat samples followed by HPLC-UV analysis. *Food Chemistry*, 197, 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.082>
- Escribano, M., I. San Andres, M., J. de Lucas, J., & Gonzalez-Canga, A. (2012). Ivermectin Residue Depletion in Food Producing Species and its Presence in Animal Foodstuffs With a View to Human Safety. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 13(6), 987–998. <https://doi.org/10.2174/138920112800399121>

- FAO. (2018). Evaluation of certain veterinary drug residues in food. World Health Organization Technical Report Series, 969. [https://doi.org/10.4103/ijmr.ijmr\\_624\\_17](https://doi.org/10.4103/ijmr.ijmr_624_17)
- FAO, & OMS. (2015). Límites máximos de residuos (LMR) y recomendaciones sobre la gestión de riesgos (RGR) para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos CAC/MRL 2- 2015 Actualizado en la 38. Sesión de la Comisión del Codex Alimentarius (julio de 2015). 106.
- Garzón, D. (2016). Preliminary Study on the Use of Competitive Elisa for the.
- Gokbulut, C. Karademir, U. & Boyacioglu, M. (2007). Comparison of plasma pharmacokinetic profile of ivermectin following administration of subcutaneous injection (Baymec) and oral tablet (Efektin) in goats. *J. vet. Pharmacol. Therap.* 30: 489–491
- González, A., Sahagún Prieto, A. M., José Diez Liébana, M., Martínez, N. F., Vega, M. S., & Vieitez, J. J. G. (2009). The pharmacokinetics and metabolism of ivermectin in domestic animal species. *Veterinary Journal*, 179(1), 25–37. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.07.011>
- Jabber, D., Norian, R., & Jalilvand, M. (2017). Determination of Ivermectin Residues in Bovine Liver Samples By ELISA and HPLC with Fluorescence Detection. *Medical Laboratory Journal*, 11(2), 16–20. <https://doi.org/10.18869/acadpub.mlj.11.2.16>
- Lozano, M., & Arias, D. (2008). Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(1), 121–135.
- Luisa Merchan, E. A., En, B., De, U. P., De, B., Sabana De Bogotá, L. A., Fernanda, L., Muñoz, M., Milena, E., & Caballero, A. (2017). Estudio Preliminar Del Posible Impacto De La Ivermectina Sobre Las Alteraciones Histopatológicas Del Parénquima Hepático En Bovinos En Una Planta De Beneficio De La Sabana De Bogotá.
- Medicines, A. E. (2014). European public MRL assessment report (EPMAR): Ivermectin (establishment of a maximum residue limit for muscle). 44(418), 1–14.
- Medina, A. (2011). Effect of Ivermectin on the Environment. *La Calera*, 11(17), 64–66. <https://doi.org/10.5377/calera.v11i17.780>
- Nuñez, M. (2007). Validación de un método analítico y determinación de residuos de ivermectina. *Revista Científica*, vol. XVII, núm. 6 pp. 557-565. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95911668002.pdf>
- Pérez, L., Palma, C., Villegas, R., Vega, M., & Pérez, R. (2006). Metodología analítica y detección de residuos de ivermectina en muestras de leche de rebaños de la provincia de Ñuble, Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 38(2), 143–150. <https://doi.org/10.4067/s0301-732x2006000200008>
- Pugajeva, I., Ikkere, L. E., Judjallo, E., & Bartkevics, V. (2019). Determination of residues and metabolites of more than 140 pharmacologically active substances in meat by liquid chromatography coupled to high resolution Orbitrap mass spectrometry. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 166, 252–263. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2019.01.024>

- Ōmura, S. (2008) Ivermectin: 25 years and still going strong. *International Journal of Antimicrobial Agents*. (Japan). 31: 91–98
- Rana, M. S., Lee, S. Y., Kang, H. J., & Hur, S. J. (2019). Reducing veterinary drug residues in animal products: A review. *Food Science of Animal Resources*, 39(5), 687–703. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2019.e65>
- Rivera, C. S., Wilcock, A., Chavez, S. A., Loredó, A. M., & Mcewen, S. A. (2011). Prevalence of ivermectin residues in cattle slaughtered in federally inspected abattoirs in Nuevo Leon, Mexico. *Food Protection Trends*, 31(4), 212–215.
- Rose, M. D., Farrington, W. H. H., & Shearer, G. (1998). The effect of cooking on veterinary drug residues in food: 7. ivermectin. *Food Additives and Contaminants*, 15(2), 157–161. <https://doi.org/10.1080/02652039809374625>
- Song, J. S., Park, S. J., Choi, J. Y., Kim, J. S., Kang, M. H., Choi, B. K., & Hur, S. J. (2016). Development of analytical method and monitoring of veterinary drug residues in Korean animal products. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(3), 319–325. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.3.319>
- Sumano, H., & Ocampo, L. (2006). *Farmacología Veterinaria*. In MacGraw-Hill Interamericana: Vol. 3ra Edición.
- Toldrá, F., & Reig, M. (2006). Methods for rapid detection of chemical and veterinary drug residues in animal foods. *Trends in Food Science and Technology*, 17(9), 482–489. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2006.02.002>
- Ture, M., Fentie, T., & Regassa, B. (2019). Veterinary Drug Residue: The Risk, Public Health Significance and its Management. *Journal of Dairy & Veterinary Science*, 13(2), 001–011. <https://doi.org/10.19080/JDVS.2019.13.555856>