Sección: Artículos de Investigación
Residuos de antibióticos en leche recolectada de tambos y comercios del Valle de Lerma (Salta)
Artículo de Martínez GM, Suarez VH, Carabajal RL, Vilte FL, Tomecek, MS, Delgado JA
CIENCIA VETERINARIA, Vol. 26, Nº1 (2024) ISSN 1515-1883 (impreso) E-ISSN 1853-8495 (en línea)
DOI: https://doi.org/10.19137/cienvet202426101

Residuos de antibióticos en leche recolectada de tambos y comercios del Valle de Lerma (Salta)

Antibiotic residues in milk collected from dairy farms and market in Lerma Valley (Salta)

Resíduos de antibióticos em leite coletado em fazendas leiteiras e mercados no Vale de Lerma (Salta)

Martínez GM[1], Suarez VH[1], Carabajal RL[2], Vilte FL[2], Tomecek MS[2], Delgado JA[2]

[1]Estación Experimental Agropecuaria Salta, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, RN 68, 4403, Cerrillos, Salta.
[2]Universidad Nacional de Salta Facultad de Ciencias Naturales, Av. Bolivia 3150, Salta

Correo electrónico: martinez.gabriela@inta.gob.ar
DOI: https://doi.org/10.19137/cienvet202426101

Fecha de recepción: 02 de octubre de 2023
Fecha de aceptado para su publicación: 7 de noviembre de 2023

Resumen

Entre los potenciales contaminantes de la leche se encuentran los antibióticos. La aplicación de estos tratamientos farmacológicos genera residuos que pueden persistir durante un mayor o menor tiempo, tanto en los animales tratados como en los productos elaborados. El objetivo del presente trabajo fue el de determinar la presencia de residuos de antibióticos en leche bovina cruda y pasteurizada proveniente de tambos de la cuenca del Valle de Lerma en Salta. En 10 establecimientos lecheros se tomaron muestra de leche tanto del tanque frío como de 15 vacas al azar, previo al ordeñe y luego de la rutina de limpieza. También se tomaron muestras de 17 sachets de leche de distintas marcas comerciales. Se utilizó la prueba cualitativa estándar Delvotest® SP NT para la determinación de antibióticos. Del total de las 150 muestras de leche obtenidas, 30 resultaron positivas a la presencia de antibióticos, lo que representa el 20 % del total evaluado. Un porcentaje similar (2/10) fue detectado en las de muestras proveniente del tanque. La totalidad de las muestras de leches comerciales resultó negativo a la presencia de antibióticos. Los resultados obtenidos indican que hay establecimientos donde el uso de estos productos se realizaría sin contemplar los tiempos de retiro recomendados y que la leche de los animales tratados es alojada junto con la leche obtenida del resto del rodeo. También, que la leche que es consumida por la población no representaría riesgo alguno respecto a la ingesta de residuos de antibióticos.

Esta obra se publica bajo licencia Creative Commons 4.0 Internacional. (Atribución-No Comercial-Compartir Igual) a menos que se indique lo contrario, http://www.creativecommons.org.ar/licencias.html

Palabras clave: Residuos antibióticos, Leche bovina, Delvotest®sp, Provincia de Salta.

Abstract

Antibiotics are one of the potential contaminants in milk. The application of these pharmacological treatments generates residues that can persist for a longer or shorter time, in treated animals and in processed products. The aim of this study was to determine the presence of antibiotic residues in raw and pasteurized bovine milk from dairy farms of Lerma Valley basin in Salta. From 10 dairy farms, milk samples were taken from both the cooling tank and from15 random cows, prior to milking and after the cleaning routine. Milk Samples were also taken from 17 sachets from different commercial brands. The standard qualitative test Delvotest® SP NT was used for the determination of antibiotics. Of 150 milk samples obtained, 30 were positive for the presence of antibiotics, which represents 20% of the total evaluated. A similar percentage (2/10) was detected in samples from the cooling tank. All commercial milk samples were negative for the presence of antibiotics. The results of this study indicate that there are dairy farms where the use of these products is carried out without considering the recommended withdrawal times and that the milk from treated animals is stored together with the milk obtained from the rest of the herd. Also, that the milk which is consumed by the population would not represent any risk regarding the ingestion of antibiotic residues.

Keywords: Antibiotics residues, Cow milk, Delvotest®sp, Province of Salta

Resumo

Entre os potenciais contaminantes do leite estão os antibióticos. A aplicação desses tratamentos farmacológicos gera resíduos que podem persistir por mais ou menos tempo, tanto nos animais tratados quanto nos produtos processados. O objetivo deste trabalho foi determinar a presença de resíduos de antibióticos no leite bovino cru e pasteurizado de fazendas leiteiras da bacia do Vale do Lerma, em Salta. Em 10 laticínios, foram coletadas amostras de leite tanto do tanque frio quanto de 15 vacas aleatórias, antes da ordenha e após a rotina de limpeza. Também foram retiradas amostras de 17 sachês de leite de diferentes marcas comerciais. O teste qualitativo padrão Delvotest® SP NT foi utilizado para a determinação de antibióticos. Do total de 150 amostras de leite obtidas, 30 foram positivas para presença de antibióticos, o que representa 20% do total avaliado. Uma percentagem semelhante (2/10) foi detectada em amostras do tanque. Todas as amostras de leite comercial foram negativas para a presença de antibióticos. Os resultados obtidos indicam que existem estabelecimentos onde a utilização destes produtos seria realizada sem considerar os tempos de retirada recomendados e que o leite dos animais tratados é alojado juntamente com o leite obtido do resto do rebanho. Além disso, que o leite consumido pela população não representaria nenhum risco quanto à ingestão de resíduos de antibióticos.

Palavras-chave: Resíduos de antibióticos, Leite bovino, Delvotest®sp, Província de Salta.

Introducción

En los sistemas vinculados a la producción de bovinos de leche, los antibióticos históricamente se han utilizado y se utilizan actualmente para diversos fines, incluido el tratamiento o la prevención de numerosas enfermedades infecciosas, mejorar la producción de leche, aumentar la eficiencia alimenticia, promover el crecimiento, favorecer la digestión, ganar peso y aumentar el índice de conversión alimenticia [1,2]. Generalmente, los antibióticos administrados se eliminan del cuerpo del animal principalmente por la orina y en menor medida, por las heces. No obstante, pueden quedar residuos de antibióticos en alimentos de origen animal como la leche [3,4].

Si bien los antibióticos son fármacos valiosos para el tratamiento de determinadas infecciones en la producción bovina, su presencia en alimentos derivados de animales supone un peligro potencial para la salud pública [5]. Representan una seria amenaza ya que están implicados en toxicidad directa, reacciones alérgicas, alteración de la microbiota intestinal normal, carcinogénesis y aparición de bacterias resistentes a los antibióticos [6]. Y, aunque los residuos solo se encuentren en los alimentos en muy baja concentración, es posible que la ingestión regular de pequeñas cantidades de una misma sustancia pueda inducir a manifestaciones tóxicas a largo plazo por efectos acumulativos [7].

A su vez, la presencia de residuos de antibióticos afecta el proceso de industrialización de la leche dado que la mayoría de los inhibidores impiden o retardan el desarrollo de las bacterias lácticas utilizadas en la producción de queso y otros productos lácteos fermentados. Ocasionando así mayores costos de elaboración y, por consiguiente, una pérdida de rentabilidad para la empresa [7].

La mastitis es un importante problema económico y de bienestar animal tanto a nivel predial como industrial debido a los costos que acarrea tanto en términos de tratamientos como así también debido a la reducción en la cantidad y calidad de leche y productos lácteos [8]. Uno de los principales problemas al tratar vacas con antibióticos contra mastitis es la aparición de residuos de estas sustancias en la leche, lo que es en general consecuencia del incumplimiento de los requisitos obligatorios en cuanto a los períodos de carencia /o del uso excesivo de antibióticos [9,10].

Debido a la variabilidad de los compuestos antibióticos utilizados en los tratamientos de los bovinos lecheros, los métodos para la detección de sus residuos en leche deben ser capaces de detectar diferentes familias de compuestos [11]. El control de antibióticos en leche puede ser llevado adelante de una manera más general mediante técnicas de tipo cualitativo, las que proporcionan un tipo de respuesta positivo/negativo en un tiempo breve, a un bajo costo y sin necesidad de personal especializado; también es posible utilizar métodos analíticos basados en la

espectrometría de masas, que permiten análisis cualitativos y cuantitativos más sensibles y específicos. [12,13].

Delvotest® SP NT es un kit para análisis de inhibición bacteriana aprobado como método de referencia para la detección de antibióticos e inhibidores en leche. El Delvotest® se basa en la inhibición del crecimiento rápido de bacterias (*Bacillus stearothermophilus var. Calidolactis*) y su producción de ácido. Esta prueba está validada para la detección de compuestos β-lactámicos, particularmente amoxicilina, ampicilina, cefapirina y penicilina G en la leche cruda de vaca, los que en conjunto representan las bases químicas comúnmente más utilizadas en el tratamiento de mastitis [14].

La cuenca lechera de la provincia de Salta, centrada en lo que se conoce como el Valle de Lerma, se encuentra integrada por alrededor de 30 establecimiento lecheros que remiten casi la totalidad de su producción a las industrias locales para su transformación [15]. Si bien en términos de la lechería del país su aporte es magro en cuanto a los volúmenes de leche producidos y transformados, resulta de relevancia para la población local en cuanto a la oferta de productos lácteos [16]. A nivel de cuenca no existen estudios que den cuenta de información alguna respecto de la detección de inhibidores, más específicamente antibióticos en leche. Es así como el objetivo del presente estudio fue el de determinar la presencia de residuos de antibióticos en leche bovina cruda y pasteurizada proveniente de tambos de la cuenca del Valle de Lerma en Salta.

Materiales y Métodos

El muestreo se llevó a cabo en 10 establecimientos lecheros ubicados en la cuenca lechera del Valle de Lerma, provincia de Salta durante el periodo de diciembre 2022 y julio 2023. En cada uno se tomaron muestras de leche de vacas de raza Holstein en ordeño. Estos tambos se caracterizaron por tener ordeñe mecánico, una rutina de ordeñe de muy buena a aceptable en cuanto a su higiene y operadores capacitados [17]. En cuanto al sistema productivo, tres de estos tambos tenían una base pastoril con suplementación, tres manejaban sus vacas estabulada sistemas compost barn y cuatro en corrales secos. El número promedio de vacas en ordeñe resulto de 275 ± 100. Los establecimientos fueron agrupados según el número de vacas en ordeñe (Vo) en dos categorías: menos de 220 y más de 220.

Durante la visita a cada tambo se eligieron 15 vacas en ordeñe al azar. Las tomas de muestras de leche se realizaron luego de eliminar los primeros chorros, siendo muestras individuales de cada cuarto mamario las cuales se mezclaron para formar una muestra por vaca. Estas se colectaron en tubos estériles de vidrio identificados. También se tomó una muestra de leche del tanque mediante recipientes estériles en el mismo día de la visita, una vez finalizado el ordeñe, luego de verificar que el equipo agitador del tanque haya estado encendido al menos por 5 minutos antes del muestreo. Estas muestras fueron obtenidas sin la adición de conservantes para evitar que los inhibidores puedan interferir con las respuestas del método microbiológico, evitando de este modo la posible aparición de resultados "falsos positivos" [18].

DOI: https://doi.org/10.19137/cienvet202426101
Vol. 26, Nº 1 (2024) Pp. 1-12

Por otro lado, se obtuvieron muestras de leches pasteurizadas tanto con crema como descremadas de 7 marcas comerciales tomadas al azar de almacenes o supermercados de Salta, también elegidos en forma azarosa. Dentro de estas marcas, estaba la de la industria que recibía la leche de los 10 tambos muestreados. Estas muestras se utilizaron como control para la realización de la prueba diagnóstica.

A su vez, con posterioridad al muestreo a campo, se analizaron 10 sachet de leche de la marca comercial de la industria acopiadora de manera de evaluar la presencia de antibióticos en la leche comercializada a la población.

Tanto las muestras de leche de los tambos como las de los comercios, con posterioridad fueron trasladadas refrigeradas al Laboratorio de Calidad de Leche de Universidad Nacional de Salta para su incubación y posterior lectura.

A las muestras de leche se les realizó la prueba cualitativa estándar Delvotest® SP NT (DSM Food Specialties, Delft, The Netherlands), según especificación del fabricante. Este es un método microbiológico basado en el crecimiento del *Bacillus stearothermophilus* (var. calidolactis) en agar sólido. Luego de una incubación en calor seco a 64 °C, la muestra se clasificó según el color en de 3 categorías: negativa, dudosa, y positiva, [19].

Los datos se procesaron mediante estadística descriptiva, reportándose en promedios, desvíos estándares y porcentajes.

Resultados y Discusión

Muestras leche cruda

Como se observa en la Tabla 1, se analizaron un total 150 muestras de leche obtenida durante el ordeñe; 30 de estas resultaron positivas a la presencia de antibióticos en leche, lo que representa el 20 % del total evaluado. Al considerar los estratos definidos en función el número de Vol, 16 correspondieron a los sistemas de menos de 220 y 14 a más de 220. Cabe destacar que solo en 2 establecimientos, uno de cada estrato, no se identificaron muestras positivas. Los porcentajes de casos positivos resultaron del orden del 7 al 33% en el caso de menos de 220 Vo y del 7 al 40% para los establecimientos de más de 220 vacas en ordeño, sin registrar diferencias (X^2 0,17; p<0,68) entre el número de Vo y la presencia de residuos.

Tabla 1. Muestras de leche cruda positivas a la presencia de residuos antibióticos en leche de vacas en ordeño.

Estrato	Establecimiento Lechero	Vacas en ordeño	Cantidad muestras	Cantidad de muestras positivas	Porcentaje
Menos de 220 vacas en ordeñe	1	130	15	5	33%
	2	187	15	1	7%
	3	191	15	5	33%
	4	208	15	0	0%
	5	211	15	5	33%
Más de 220 vacas en ordeñe	6	320	15	6	40%
	7	340	15	1	7%
	8	360	15	3	20%
	9	384	15	0	0%
	10	420	15	4	27%

Estos resultados alertan a los consumidores sobre los posibles residuos presentes en la leche cruda suministrada directamente a los domicilios provenientes de pequeños tambos familiares de los alrededores de la ciudad de Salta, ya que en algunos casos son elevados y similares a muchos países igual o menos desarrollados que el nuestro. Por ejemplo, en Irak un relevamiento de leche cruda proveniente de vacas y búfalas vendida en pequeños comercios mostró que contenían entre un 11.9% a un 13.4% de residuos de antibióticos [20], al igual que otros relevamientos similares de leche cruda provenientes de países tan diversos como Venezuela, Perú, Irán o Kenia, mostraron frecuencias elevadas que rondaron entre el 10 y 23 % [21-24]Estas variaciones podrían haber sido el resultado de diferentes factores, como el grado de cumplimiento del período de retiro, el grado de uso arbitrario de antibióticos, el período de estabilidad de los antibióticos en la leche y la metodología de detección [10].

En lo referente a la leche tomada del tanque, en la Tabla 2 se presentan los resultados por estrato. Del total de pool de leche de tanque analizado, 2 muestras es decir un 20% de resultó positivo a la presencia de antibióticos, en cada uno de los estratos se detectó un caso positivo. Aunque es evidente que las leches positivas se diluyen al mezclarlas en los tanques, el porcentaje hallado resulta elevado al compararlos con otros de la Comunidad Europea o EEUU. Por ejemplo, los porcentajes de residuos en leche se presentan desde un 0,34 al 0,04 % en países como Italia, España, Holanda o Alemania o EEUU, debido a la implementación de planes rigurosos de control [25-29]. Sin embargo, los presentes resultados son similares o más elevados a los hallados en Brasil (11,4%), Colombia (25%) o Méjico (18,6%) [30-32] En nuestro país, un estudio realizado en pequeños tambos de la región centro de Santa Fe mostró diferencias en los porcentajes de inhibidores en leche entre fin de verano-principios de otoño (10-11 %) y el invierno donde las

DOI: https://doi.org/10.19137/cienvet202426101
Vol. 26, Nº 1 (2024) Pp. 1-12

frecuencias (4%) fueron más bajas; evidenciando que las altas temperaturas y precipitaciones aumentan la probabilidad de hallar residuos de antibióticos en la leche debido probablemente a su impacto negativo sobre el confort del ganado vacuno y los riesgos de enfermedades infecciosas tales como la mastitis ambientales [33].

Tabla 2. Condición de la leche de tanque en cuanto a la presencia de antibióticos en leche.

Estrato	Establecimiento lechero	Vacas en ordeño	Resultado leche de tanque
Menos de 220 vacas en ordeñe	1	130	Negativo
	2	187	Negativo
	3	191	Positivo
	4	208	Negativo
	5	211	Negativo
Más de 220 vacas en ordeñe	6	320	Negativo
	7	340	Negativo
	8	360	Negativo
	9	384	Negativo
	10	420	Positivo

Se debe tener en cuenta además que, la presencia de residuos afecta también al propio tambero o productor, quién responsablemente debe afrontar una penalización en el precio por parte de la industria láctea. En efecto, un tambero que entrega leche y contamina un camión cisterna, puede llegar a ser penalizado por la totalidad del contenido del camión, llegando inclusive a afrontar los costos económicos de la producción de leche entregada por los otros tambos que completan el volumen de la cisterna contaminada[33]. En el caso de la industria local la primera detección positiva de antibióticos en leche lleva un llamado de atención al productor, una segunda instancia trae consigo una penalización y en instancias subsiguientes el no recibo de leche [34].

Muestras leche comercial

A su vez, del total de las 17 leches comerciales analizadas, 10 procedentes de la industria local acopiadora, el 100% resultó negativo. En términos de seguridad alimentaria esto permite inferir que si bien hay establecimientos comerciales que remiten leche con residuos de antibióticos, la industria asegura en los productos que salen a la venta el cumplimiento de lo expresado en el Código Alimentario Argentino (CAA) para el parámetro analizado. En el capítulo VIII del CAA se considera leche no apta para ser consumida o para ser destinada a la elaboración de leches y productos lácteos, a aquella leche que verifique la presencia de residuos tales como

antimicrobianos, antiparasitarios, sustancias químicas, pesticidas, sustancias toxicas y/o contaminantes [35].

Conclusiones

Los presentes resultados evidencian que en la cuenca lechera del Valle de Lerma el uso de antibióticos se realiza sin contemplar frecuentemente los tiempos de retiro recomendados por los laboratorios y que la leche de los animales medicados es alojada conjuntamente con las otras leches de las vacas no tratadas. Este trabajo muestra la necesidad de implementar, por un lado, campañas de concientización en el buen uso de los fármacos como también de controles más rigurosos y por el otro poner a punto las mejores metodologías de detección de residuos.

Bibliografía

1. Bari MS, Kober AH, Hoque M, Debnath GK, Chanda GC. Prevalence of antibiotic residues and associated risk factors in milk in Chittagong, Bangladesh. Adv. Anim. Vet. Sci. 2020; 8. DOI: 0.17582/journal.aavs/2020/8.7.701.708
2. Bacanl M, Başaran N. Importance of antibiotic residues in animal food. Food Chem Toxicol. 2019; 135: 462-466. DOI: 10.1016/j.fct.2019.01.033
3. Beyene T. Veterinary drug residues in food-animal products: its risk factors and potential effects on public health. J Vet Sci Technol. 2016; 7: 1-7.DOI: 10.4172/2157-7579.1000285
4. Stella IO, Ezenduka EV, Anaelom NJ. Screening for tylosin and other antimicrobial residues in fresh and fermented (nono) cow milk in Delta state, South-South, Nigeria. Vet World. 2020; 13: 458-64.
5. Okocha RC, Olatoye IO, Adedeji OB. Food safety impacts of antimicrobial use and their residues in aquaculture. Public Health Rev. 2018; 39: 21. DOI: 10.1186/s40985-018-0099-2
6. Lee HJ, Lee MH, Ruy PD. Public health risks: chemical and antibiotic residues. Asian J Anim Sci. 2001; 14: 402-413.
7. Parra TM, Peláez SL, Londoño AJ, Pérez AN, Rengifo BG. Los residuos de medicamentos en la leche. Problemática y estrategias para su control. Corpoica, 2003; pp. 33-54.
8. Suarez VH, Martínez GM, Bertoni EA, Salatin AO, Dib Ashur MM. Prevalencia y etiología de las mastitis bovinas en la cuenca lechera del Valle de Lerma (Salta). Rev med vet (B. Aires). 2019; 100, 1: 0-6. Disponible en: https://www.someve.com.ar/images/revista/2019/Vol100/Resumen-Suarez.pdf
9. Kabir J, Umoh VJ, Audu-okoh E, Umoh JU, Kwaga JKP. Veterinary drug used in poultry farms and determination of antimicrobial drug residues in commercial eggs and slaughtered chicken in Kaduna State, Nigeria. Food Control. 2004; 15: 99-105. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713503000203?via%3Dihub
10. Sachi S, Ferdous J, Sikder MH, Hussani SA. Antibiotic residues in milk: Past, present, and future. J Adv Vet Anim Res. 2019; 6, 3: 315-332. DOI: 10.5455/javar.2019.f350
11. Hennart SLA, Faragher J, Boison J, Agin J, Mitchell M. Validation of the delvotest® SP NT. J. AOAC Int. 2012; 95: 1807–1815. https://doi.org/10.5740/ jaoacint.12-232.
12. Rossi R, Saluti G, Moretti S, Diamanti I, Giusepponi D, Galarini R. Multiclass methods for the analysis of antibiotic residues in milk by liquid chromatography coupled to mass spectrometry: a review. Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control. Expo. Risk Assess. 2018; 35: 241–257. DOI: 10.1080/ 19440049.2017.1393107
13. Lu G, Chen Q, Li Y, Liu Y, Zhang Y, Huang Y et al. Status of antibiotic residues and detection techniques used in Chinese milk: a systematic review based on

cross-sectional surveillance data. Food Res. Int. 2021; 147: 110450. DOI: 10.1016/j.foodres.2021.110450
14. Cotrino V, Gaviria B. Manejo integrado de plagas y enfermedades en explotaciones ganaderas. Mastitis y calidad de la leche. 2003. http://www.fedegan.org.co/81manejoIntegrado.html (consultado 19 de julio de 2023).
15. Suarez VH, Martínez GM. Características Productivas y Sanitarias de la cuenca lechera del Valle de Lerma. 1a Ed. Buenos Aires. Ediciones INTA. 2015; 66 p. ISSBN: 978-987-521-670-9.
16. OCLA. Observatorio de la cadena Láctea Argentina. 2023; https://www.ocla.org.ar/portafolio/11/
17. Martínez GM, Suarez VH. Evaluación del grado de bienestar animal en tambos bovinos de la cuenca lechera del Valle de Lerma (Salta). Rev Arg Prod Anim. 2019; 39, 1: 255. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338432027_Evaluacion_del_grado_de_bienestar_animal_en_tambos_bovinos_del_Valle_de_Lerma_Salta_Comunicacion#fullTextFileContent
18. Andrew S, Frobis A, Paape M, Maturin L. Evaluation of selected antibiotic residue screening tests for milk from individual cows and examination of factors that affect the probability of false-positive outcomes. J Dairy Sci. 1997; 80: 3050-3057.
19. Althaus RL, Torres A, Montero A, Balasch S, Molina MP. Detection Limits of Antimicrobials in Ewe Milk by Delvotest Photometric Measurements. J. Dairy Sci. 2003; 86, 2: 457-463.
20. Almashhadany DA. Screening of antibiotic residues in raw milk of cows and buffalos by diffusion assays. Ital J Food Saf. 2021; 10, 3: 9034. DOI: 10.4081/ijfs.2021.9034
21. Faria Reyes J, Garcia Urdaneta A, Izquierdo Corser P, Allara Cagnasso M, Valera Leal K. Aislamiento de bacterias gram positivas de leche cruda con residuos de antimicrobianos. ALAN. 2002; 52, 1: 68-73.
22. Ortiz ZC, Vera R, Cayro J. Frecuencia de β-lactámicos y tetraciclinas en leche fresca en la Cuenca de Arequipa. Revista de investigación veterinaria. Lima. Perú 2008; 19, 2: 140-143. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172008000200005
23. Al-mohana AM, Nima AJ, Abd-Alhausen JK, Munahi AK, 2010. Study of cattle milk contamination with antibiotic residues in Afak city, Al-Diwaniya. Al-Anbar. J Vet Sci. 2010; 3: 24-27. Disponible en: https://www.iasj.net/iasj/download/b97446f215bdc852
24. Ondieki GK, Ombui JN, Obonyo M, Gura Z, Githuku J, Orinde AB. Antimicrobial residues and compositional quality of informally marketed raw cow milk, Lamu West Sub-County, Kenya. Pan Afr Med J. 2017; 28: 1-6. DOI: 10.11604/pamj.supp.2017.28.1.9279
25. Sánchez A, Hernández M, Luna J, Moyano G, Villabueva M, Muñoz E. Riesgos de residuos en leche debidos a tratamientos indebidos. En: Zorraquino Lozano M, Berruga Fernández M, Molina Pons M. 2007. Investigación de campo de los antibióticos (principio active/formulación) utilizados en

vacuno de leche en España y patología tratada. Universitat Politécnica de Valéncia. 2001.
26. Ghidini S, Zanardi E, Varisco G, Chizzolini R. Residues of β-lactam antibiotics in bovine milk: confirmatory analysis by liquid chromatography tandem mass spectrometry after microbial assay screening. Food Addit Contam. 2003; 20: 528-534. DOI: 10.1080/0265203031000098696
27. MCS. Milk control station on The Netherlands annual report (2004). En: Zorraquino Lozano M, Berruga Fernández M, Molina Pons M. 2007. Investigación de campo, de los antibióticos (principio active/formulación) utilizados en vacuno de leche en españa y patología tratada. 2004. Universitat Politécnica de Valéncia.
28. Dalton JC. (2006). Antibiotic residue prevention in milk and dairy beef. Western Dairy News, 2006; 6, 4: W79-W80.
29. Butovskaya E, Gambi L, Giovanetti A, Fedrizzi G. Screening of antibiotic residues in raw bovine milk in Lombardy, Italy: Microbial growth inhibition assay and LC-HRMS technique integration for an accurate monitoring. Heliyon. 2023: 9, e15395 DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e15395.
30. Nero LA, Mattos MR, Berloti V, Barros MAF, Franco BDGM. Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil. Ciênc Tecnol Aliment. 2007; 27, 2: 391-393 DOI: 10.1590/S0101-20612007000200031
31. Mattar S, Calderón A, Sotelo D, Sierra M, Tordecilla G. Detección de Antibióticos en Leches: Un Problema de Salud Pública. Revista de Salud Pública, Colombia. 2009; 11, 4: 579-590. Disponible en: https://scielosp.org/pdf/rsap/2009.v11n4/579-590/es
32. Camacho Díaz LM, Cipriano Salazar M, Cruz Lagunas B, Gutiérrez Segura I, Hernández Ruiz P, Peñaloza Cortez I et al. Residuos de antibióticos en leche cruda comercializada en la región Tierra Caliente, de Guerrero, México. Revista electrónica de Veterinaria. 2010; 11, 2: 1-11. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/636/63613118006.pdf
33. Henzenn I. Relevamiento de antibióticos en la leche procedente de pequeños tambos de la región centro de santa fe y su relación con la calidad higiénico-sanitaria y factores ambientales. [Tesis de maestría en Ciencias Veterinarias, UNL]. 2013; https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/425/Tesis%20Henzenn%20Final.pdf?sequence=3&isAllowed=y
34. Mirabal R. Responsable Tambo Comercial Quijano, Salta. 2023. Comunicación personal
35. Código Alimentario Argentino (CAA). Capítulo VIII. Alimentos lácteos. 2011; Actualización al 10-06. Disponible en: https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_08.htm

Contribuciones de autor/a/es/as CRediT: Martínez GM: Conceptualización del proyecto, y coordinación del trabajo de investigación, análisis de datos, recolección del material, redacción del trabajo. Suarez VH: Conceptualización del proyecto, gestión, supervisión y coordinación del trabajo de investigación, análisis de datos, redacción del trabajo. Carabajal RL: Conceptualización del proyecto, adquisición de fondos y coordinación de la toma de

muestras y de las tareas necesarias para realización de las determinaciones en laboratorio. Vilte FL: toma de muestras y realización de determinaciones en laboratorio. Tomecek MS: toma de muestras y realización de determinaciones en laboratorio. Delgado JA: toma de muestras y realización de determinaciones en laboratorio.

Agradecimientos: Los autores agradecen a los propietarios de los establecimientos lecheros por brindarnos sus instalaciones y animales para poder llevar a cabo la investigación. También quieren agradecer a los operarios en el ordeño por su invalorable ayuda.

Declaración de conflicto de intereses: No existen conflictos de intereses, tanto en lo concerniente a relaciones financieras ya que el estudio fue financiado por la Universidad Nacional de Salta (UNSA) en su totalidad como a relaciones personales o de otro tipo con otras personas u organizaciones que pudieran influir de manera inapropiada en el presente trabajo.