

Fortaleciendo la seguridad alimentaria: la contribución de la leche bovina en las zonas rurales

Strengthening food safety: the contribution of bovine milk in rural areas

 **Dávila Dávila, John Heider**

Grupo de Investigación CENTAURO, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad de Antioquia, UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia

john.davila@udea.edu.co

 **Correa-Valencia, Nathalia M**

Grupo de Investigación CENTAURO, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad de Antioquia, UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia

Analecta Veterinaria
vol. 45, e095, 2025
Universidad Nacional de La Plata, Argentina
ISSN: 0365-5148
ISSN-E: 1514-2590
Periodicidad: Frecuencia continua
analecta@fcv.unlp.edu.ar
Recepción: 20 mayo 2024
Revisado: 08 noviembre 2024
Aprobación: 13 noviembre 2024
DOI: <https://doi.org/10.24215/15142590e095>

Resumen La ganadería se enfrenta a desafíos y oportunidades para lograr satisfacer las crecientes demandas de una población humana en constante crecimiento. Los productos lácteos derivados del ganado bovino son fundamentales por su aporte nutritivo, no disponible en otras fuentes. En América Latina, la producción láctea tiende al alza, aunque con disparidades regionales. Sin embargo, a pesar del crecimiento, el consumo per cápita de leche y de productos lácteos no alcanza las recomendaciones internacionales. La leche presenta desafíos importantes, en términos de calidad composicional y microbiológica, resaltando la importancia de prácticas de manejo y procesamiento adecuadas. La presente revisión tiene como objetivo abordar el fenómeno del uso de la leche de origen bovino para autoconsumo en poblaciones rurales, enfatizando la necesidad de enfoques investigativos que propongan estrategias efectivas. Es crucial comprender que los riesgos asociados al procesamiento de la leche para autoconsumo pueden ser controlados, lo que permite garantizar la seguridad alimentaria en las comunidades rurales que dependen de este recurso. Para lograrlo, es necesario estudiar las prácticas de manejo locales y su impacto en la calidad composicional y microbiológica de la leche, en pro de mejorar la calidad de vida de los productores y su seguridad alimentaria.

Palabras clave: productos lácteos, nutrientes, seguridad alimentaria, autoconsumo, población rural.

Abstract: To meet the growing demands of a continuously expanding human population, livestock farming faces both challenges and opportunities. Dairy products derived from cattle are crucial for their nutritional contribution, not available in other sources. In Latin America, dairy production is on the rise, albeit with regional disparities. However, despite this growth, per capita consumption of milk and dairy products falls short of international recommendations. Milk presents significant challenges in terms of compositional and microbiological quality, highlighting the importance of proper management and processing practices. This review aims to address the use of bovine milk for self-consumption in rural populations, emphasizing the need for research approaches that propose effective measures. It is crucial to understand that risks associated with milk processing for self-consumption can be controlled, ensuring food security in rural communities dependent on this resource. Achieving this requires studying local management practices and their impact on the compositional and microbiological quality of milk, aiming to improve food safety and the quality of life of producers...

Keywords: dairy products, nutrients, food safety, self-consumption, rural population.

La ganadería y el ganado productor de leche

Con el objetivo de abordar las necesidades de una población humana en constante crecimiento, la comunidad ganadera se enfrenta a desafíos y oportunidades que buscan la eficiencia, el respeto por el medio ambiente, el bienestar animal en la producción de alimentos ([Comisión Europea, 2016](#)) y una atención cuidadosa a las demandas sociales. Estos desafíos presentan oportunidades para el desarrollo de una agroindustria más rentable y sostenible ([Lokhorst et al., 2019](#)).

Los alimentos derivados de la ganadería desempeñan un papel crucial al proporcionar vitaminas y minerales esenciales que no están disponibles en fuentes vegetales y que generalmente son poco absorbibles cuando provienen de fuentes sintéticas. Además, el ganado bovino constituye una excelente fuente de proteínas, mientras que los sistemas de producción asociados permiten aprovechar tierras marginales que, de otro modo, serían difíciles de cultivar ([Koltes et al., 2019](#)).

En la última década, la producción mundial de leche de origen bovino ha experimentado un notable aumento, pasando de 441,97 millones de toneladas en 2010 a 524,41 millones de toneladas en 2019, marcando un incremento del 18,65%. Este fenómeno se evidencia en la Unión Europea y en países como Alemania, Estados Unidos y la India, que destacan como principales contribuyentes a la producción global de leche ([Leischner et al., 2021](#)).

La evolución de la producción de leche en América Latina y el Caribe muestra una tendencia creciente en la producción regional, aunque con variaciones significativas a través de los años. Sin embargo, en comparación con la producción global, la región muestra un comportamiento diferenciado ([FEPALE, 2019](#)). La región produce anualmente 78.238 millones de kg de leche, lo que equivale al 11,4% de la producción mundial total. Dentro de los 39 países que participan en la producción láctea de la región, 13 representan el 97% de la producción total, destacando Argentina, Brasil, Colombia y México, que aportan el 80% de esta producción ([Fariña et al., 2020](#)).

En Colombia, la producción láctea se concentra principalmente en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Caldas, Cauca, Nariño, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca, representando aproximadamente el 84% del acopio total de la industria láctea en el país ([Ministerio de Agricultura, 2022](#); [Olarte-Mejía, 2014](#)). Sin embargo, otras regiones, especialmente las correspondientes al trópico bajo, contribuyen con una producción menor debido al ganado bovino de doble propósito y a niveles de producción por animal más bajos, característicos de dicho sistema productivo ([Mercado et al., 2014](#)).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural ([2020](#)) de Colombia, para finales de 2020 se registraron 321.000 productores de leche y se produjeron 7.211 millones de litros de leche cruda. Los sistemas de producción de leche en Colombia reflejan la diversidad socioeconómica de sus entornos, donde coexisten ganado tropical y sistemas múltiples de producción en diferentes pisos térmicos. Estos sistemas permiten una producción sostenible y competitiva de proteína de origen animal, destacando el uso de razas bovinas adaptadas a las condiciones climáticas y de gestión propias de cada región ([Galeano & Manrique; 2010](#) [Holmann et al., 2004](#)).

Al igual que en otros países de la región, en Colombia se distinguen dos sistemas de producción de leche: el sistema de trópico bajo (que emplea biotipos

Europeos cruzados con razas indígenas) y el sistema de trópico alto (que utiliza bovinos de razas europeas y sus cruces). La producción lechera en el trópico alto suele ser minifundista y de baja especialización tecnológica, con una mayoría de ganadería de subsistencia en predios con menos de 10 animales (Lozano Maturana *et al.*, 2020).

Consumo per cápita de leche y productos lácteos

Según el Banco Mundial (2022), en 2019, el consumo per cápita de leche y sus derivados fue más alto en los países de altos ingresos en comparación con los de ingresos bajos, medios bajos y medios altos. La demanda de leche y productos lácteos está en aumento debido al incremento de los ingresos, el crecimiento demográfico, la urbanización y los cambios en los hábitos alimentarios (FAO, 2022). El consumo per cápita de leche, incluyendo sus equivalentes y productos derivados excluyendo la mantequilla, sigue en ascenso, pasando de un promedio mundial de 78,24 kg en el año 2000 a 111,6 kg en 2019, y alcanzando los 118,2 kg en 2021, lo que representa un aumento del 29,9% (International Dairy Federation, 2022). Adicionalmente, todas las directrices dietéticas recomiendan una ingesta regular de leche y productos lácteos, como yogur y queso, como parte de un patrón alimentario saludable (Leischner *et al.*, 2021).

En América Latina y el Caribe, el consumo per cápita de leche supera el promedio mundial. Específicamente, en Suramérica, este consumo es aún más elevado, llegando a 165 kg por año, mientras que en Centroamérica y el Caribe los valores son más bajos, alrededor de 101 kg por año. A pesar de estas disparidades, la región es casi autosuficiente en términos de consumo de leche. Aunque México es un país importador neto y Centroamérica y el Caribe no alcanzan la autosuficiencia total, Suramérica compensa estos déficits con un superávit (Fariña *et al.*, 2020).

Para el año 2023, se estimó un consumo per cápita de leche en Colombia de 147 litros, lo que representa un indicador de crecimiento anual constante. Sin embargo, a pesar de este incremento, aún no se ha logrado alcanzar la recomendación establecida por organismos internacionales como la FAO y la OMS, los cuales estiman una necesidad de consumo de 180 litros per cápita (FEDEGÁN, 2023).

La leche como biofluido y los riesgos inherentes a su consumo

El Decreto 1880 de 2011 de Colombia define la leche cruda como aquella “que no ha sido sometida a ningún tipo de termización ni de higienización” (Ministerio de Protección Social, 2011). En este Decreto se destacó la necesidad de realizar un perfil sanitario de la leche cruda en todo el territorio nacional. Para ello, se llevó a cabo inicialmente un diagnóstico de la comercialización de leche en Colombia, que reveló que los productores de leche cruda se concentran en pequeños municipios, manejando volúmenes limitados, y que la mayoría compra la leche directamente al productor. Con el apoyo de las Direcciones Territoriales de Salud (DTS), se realizó un censo de comercializadores en cada uno de los municipios que expenden leche cruda para el consumo humano. Posteriormente, se diseñó un instrumento de recolección de datos (una encuesta para el perfil sanitario), que fue revisado por diversas entidades territoriales y organizaciones como el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), debido a su rol en el Perfil Sanitario bajo el enfoque de “de la granja a la mesa”. Una vez

ajustada la encuesta, se realizó una prueba piloto en los departamentos de Caldas, Huila y Nariño. Los resultados obtenidos evidenciaron deficiencias en la calidad higiénica de la leche, así como la falta de certificados de hatos libres de *Brucella* y de capacitación para los comercializadores, a excepción de San Juan de Pasto (Nariño) y Neiva (Huila), donde hay comercializadores familiarizados con el Decreto 1880 de 2011 que buscan cumplir con los requisitos establecidos por esta norma. En 2013, el Ministerio de Salud y Protección Social solicitó a las DTS que aplicaran el perfil sanitario en los diferentes municipios del país que comercializan leche cruda (Mercado *et al.*, 2014).

La leche de origen bovino es un biofluido composicional y químicamente complejo, destacándose por su riqueza en nutrientes y su singularidad respecto a otros alimentos. Este líquido contiene una amplia gama de componentes y compuestos bioactivos. En este sentido, la leche bovina se destaca como un alimento versátil y nutritivo, desempeñando un papel fundamental, tanto en la alimentación humana como en la investigación científica sobre la salud y la nutrición (Foroutan *et al.*, 2019; Martínez & Gómez, 2015). En este sentido, la calidad composicional y microbiológica son temas de revisión necesarios.

La calidad de la leche se define por su cumplimiento con las características que regulan su composición nutricional y carga microbiana. Las características nutricionales abarcan el porcentaje de diversos constituyentes químicos como proteínas, grasas, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y totales, entre otros. Según el Ministerio de la Protección Social (2006, 2011), se establece que la leche cruda de origen bovino debe tener valores aproximados de proteína del 2,9%, grasa del 3,0% y sólidos totales del 11,30%. El término "sólidos totales" se refiere a todos los componentes excluyendo el agua, mientras que "sólidos no grasos" se refiere a los componentes excluyendo tanto el agua como la grasa. El contenido de agua representa aproximadamente entre el 82 y el 82,5% de la leche, mientras que los sólidos totales suelen alcanzar entre el 12 y el 13%, y los sólidos no grasos están casi siempre cerca del 9%. La leche es una compleja mezcla de diversas sustancias, algunas en suspensión o emulsión, y otras en forma de solución verdadera. Contiene componentes definidos como agua, grasa, proteína, lactosa, vitaminas y minerales, conocidos como extracto seco o sólidos totales (Agudelo Gómez & Bedoya Mejía, 2005). Estos parámetros pueden variar principalmente según el clima, la raza, la alimentación, el estado de salud, la edad y el período de lactancia de la hembra bovina en producción láctea (Martínez & Gómez, 2015).

Debido a su contenido de nutrientes y propiedades fisicoquímicas, la leche cruda proporciona un entorno propicio para el desarrollo de microorganismos patógenos y no patógenos, así como la presencia de otros contaminantes. Esto, combinado con prácticas inadecuadas de producción y procesamiento, convierte a la leche cruda en un alimento con un alto riesgo de transmitir enfermedades zoonóticas (Ministerio de Salud y Protección Social, 2011; Weir *et al.*, 2007;). Las bacterias patógenas presentes en la leche representan una seria amenaza para la salud humana y son responsables de aproximadamente el 90% de todas las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) (Berhe *et al.*, 2020).

La calidad microbiológica de la leche, obtenida bajo condiciones apropiadas y procedente de animales sanos, inicialmente podría contener pocos microorganismos provenientes de la glándula mamaria y los conductos del pezón (Murphy & Boor, 2019). Sin embargo, durante las diversas etapas de la cadena productiva, la leche puede enfrentarse a múltiples fuentes de contaminación. Estos contaminantes y factores externos incluyen las heces de

los bovinos, el entorno circundante, como potreros o establos, los utensilios utilizados durante el ordeño, los recipientes de almacenamiento, así como todo lo relacionado con el transporte y la comercialización, además del manipulador y el agua utilizada para la limpieza y desinfección durante el proceso (Elmoslemany *et al.*, 2009; Moreno-Vásquez *et al.*, 2007). Como escenario ejemplificador, los microorganismos psicrótrofos (i.e. son capaces de crecer a temperaturas cercanas a 0°C independientemente de cuál sea su temperatura óptima de crecimiento) pueden causar alteraciones en las características sensoriales y defectos físicos en los productos elaborados debido a la actividad proteolítica y lipolítica, incluso en la leche refrigerada (Vázquez Ojeda *et al.*, 2014).

Ordeñar bovinos enfermos puede introducir microorganismos patógenos endógenos en la leche, incluso si los animales no muestran signos clínicos de enfermedad (Ministerio de Salud y Protección Social *et al.*, 2014). La presencia de agentes como *Brucella* spp., así como *Listeria monocytogenes* y *Staphylococcus aureus* en la leche cruda aumenta el riesgo de enfermedades para los consumidores (Arenas & Moreno, 2016; Trujillo *et al.*, 2011; Vergara-Collazos *et al.*, 2008). Se suma la posibilidad de la contaminación fecal durante el proceso de ordeño es una fuente primaria de patógenos en la leche, ya que muchos de estos microorganismos habitan en el tracto intestinal de los rumiantes lecheros siendo *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. y *Escherichia coli* productora de toxina Shiga los más comunes, junto con *Listeria* spp., que se encuentra naturalmente en plantas y suelos (Zumbado & Romero-Zúniga 2016). Adicionalmente, agentes que puedan estar presentes en el animal, como *Mycobacterium bovis* y *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis*, representan un riesgo patente para la población humana por contaminación endógena del alimento (Mercado *et al.*, 2014).

Control de riesgos en el consumo de leche

La presencia de una mayor cantidad de agentes microbiológicos en la leche cruda puede ser atribuible a diversas fuentes de contaminación, como la falta de higiene en los procedimientos de ordeño, los operarios, la limpieza de los animales y el uso de equipos no higienizados adecuadamente, que permiten la entrada de patógenos desde utensilios lácteos y superficies en contacto con la leche, como el exterior de ubres infectadas y áreas circundantes. Además, la mezcla de leche de vacas con mastitis con leche fresca y limpia, así como las condiciones de almacenamiento deficientes, también pueden influir en la calidad microbiológica de la leche (Mercado *et al.*, 2014).

Es así como las fincas lecheras son importantes reservorios de patógenos causantes de ETAs (Oliver *et al.*, 2005). En este sentido es fundamental el mejoramiento de las prácticas de ordeño e higiene en las fincas, reduciendo la posibilidad de introducir leche cruda contaminada en plantas de procesamiento, lo que representa un riesgo incluso después de la pasteurización, debido a la persistencia de patógenos en biopelículas (Agarwal *et al.*, 2012; Oliver *et al.*, 2005). Un ejemplo de ello es la presencia de *Staphylococcus aureus* en superficies de equipos de ordeño y utensilios (Lee *et al.*, 2014).

Prácticas como la ebullición (sin:hervimiento) y pasteurización de la leche pueden conducir a una disminución significativa de patógenos, así como a una reducción considerable en los recuentos bacterianos. Se ha observado que la ebullición elimina coliformes, *E. coli*, *Staphylococcus aureus* y levaduras y

mohos presentes en leche. De manera significativa, el recuento de bacterias mesófilas también disminuye notablemente después de estos procesos. Estos hallazgos subrayan la importancia de aplicar medidas de control adecuadas, como la ebullición o pasteurización, para garantizar la seguridad microbiológica de la leche destinada al consumo humano (Agarwal *et al.*, 2012, Vázquez-Ojeda *et al.*, 2014). La pasteurización es un proceso térmico-químico aplicado a los alimentos con el propósito de reducir las poblaciones de microorganismos patógenos o desactivar enzimas que puedan alterar los alimentos. Sin embargo, este proceso generalmente se lleva a cabo a temperaturas por debajo del punto de ebullición, ya que, en la mayoría de los casos, temperaturas superiores pueden afectar de manera irreversible ciertas características físicas y químicas del producto alimenticio. Por ejemplo, en el caso de la leche, si se sobrepasa el punto de ebullición, las micelas de caseína se coagulan de forma irreversible. Además, el proceso de calentamiento durante la pasteurización, cuando se realiza a temperaturas bajas, tiene la función adicional de detener los procesos enzimáticos (Lewis & Hepell, 2000).

Igualmente, es crucial conservar un nivel de refrigeración adecuado de la leche, una higiene estricta en los utensilios y recipientes empleados durante el proceso de poshigienización de la leche, ya que constituyen una fuente adicional de riesgo que debe ser considerada con seriedad. La contaminación o la presencia de microorganismos patógenos en estos equipos pueden comprometer la calidad y seguridad del producto final. Por lo tanto, garantizar la limpieza adecuada de estos elementos es fundamental para prevenir cualquier riesgo potencial para la salud pública y asegurar la integridad de la leche poshigienizada (FAO, 2011).

El fenómeno del autoconsumo de leche: seguridad alimentaria y salud pública

El consumo de leche cruda o leche procesada en los mismos hogares es impulsado por diferentes motivos, incluyendo la falta de medios para obtener ciertos alimentos, percepción de mejores sabores, creencia de que la pasteurización destruye los ingredientes naturales de la leche, el interés en apoyar a los agricultores locales, la falta de confianza en el Estado y el interés en consumirlos en su forma natural bajo una premisa de “*más saludable*” (Abbring *et al.*, 2019). La leche bovina cruda es consumida ampliamente por las familias productoras de la misma, así como por las familias rurales que no están dedicadas propiamente a la lechería (Banda *et al.*, 2021).

La validación científica de los beneficios para la salud del consumidor de leche cruda es aún limitada y se ha demostrado ampliamente que los riesgos para la salud asociados con su consumo superan significativamente los beneficios de este (Adetunji *et al.*, 2020). A pesar del riesgo significativo para la salud pública que la leche cruda presenta para los consumidores finales, la venta de leche cruda para consumo humano no está prohibida en algunas regiones de los Estados Unidos (Negrón *et al.*, 2019). Situación particular se reporta en Alemania, donde la leche bovina cruda se ofrece comercialmente para las personas que deseen y puedan tener acceso a ella. Esta leche es cruda, legalmente controlada y certificada para el consumo humano (Abbring *et al.*, 2019). En México, la producción total de leche que aportan las fincas familiares es del 35%, pero esta leche no se evalúa para la calidad microbiológica en ningún momento de su cadena de producción. El 40% aproximadamente de la

leche y productos derivados de la leche que consumen los mexicanos no es pasteurizada (Ríos-Muñiz *et al.*, 2019). En Colombia, de acuerdo con la producción láctea nacional en 2021, se estimó que un 8% se destinaba al autoconsumo en hogares de producción de leche y el 10% a su procesamiento en finca, es decir a la producción de productos lácteos artesanales para la venta local (Mercado *et al.*, 2014).

Las consideraciones anteriores, junto con otras, derivan de la Salud Pública Veterinaria (SPV), una amplia disciplina cuyo objetivo es proteger la salud humana y mejorar la disponibilidad de alimentos a través de intervenciones en la producción y la salud animal (FAO, 2011; Villamil & Romero, 2003). Una de las ventajas de la SPV es su capacidad para promover el uso eficiente de recursos en salud y desarrollo, especialmente en el contexto actual de desafíos sanitarios globales. Este enfoque se fundamenta en las sinergias naturales entre la salud humana, animal y ambiental, facilitando la colaboración intersectorial entre diversos actores. En este sentido, se destaca la interconexión entre estos ámbitos y la necesidad de abordarlos de manera integrada. Al adoptar esta perspectiva holística, la SPV no solo contribuye a la prevención de enfermedades zoonóticas y a la seguridad alimentaria, sino que también fortalece la resiliencia de los sistemas de salud ante crisis emergentes, promoviendo un desarrollo sostenible y equitativo (FAO, 2022).

Esta no se limita al sector público, sino que también se irradia al sector privado donde, además de favorecer a la industria, los grandes, medianos y pequeños productores agropecuarios también se ven beneficiados (Villamil & Romero, 2003). En la Cumbre Mundial sobre la Alimentación (2012), se definió que “*existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana*”. Entonces, la inseguridad alimentaria se comprende como la disponibilidad limitada o incierta de alimentos que sean nutricionalmente adecuados e inocuos. Aunque se reconoce que, a nivel mundial, y especialmente en los países en desarrollo, persiste una alta inseguridad alimentaria, aún existe incertidumbre sobre el número exacto de hogares afectados por este fenómeno, su ubicación y el grado de severidad que enfrentan (ONU, 2012).

La medición científica de este fenómeno es un componente crítico para identificar grupos de riesgo y vulnerabilidad, así como para implementar medidas que aborden de manera más efectiva el problema. Contar con un indicador respaldado por bases científicas sólidas no solo mejora la comprensión del fenómeno, sino que también facilita una mejor comunicación entre la sociedad civil, los responsables de la toma de decisiones, los órganos políticos y las agencias de desarrollo (FAO, 2012). La seguridad alimentaria implica organizar la producción y el consumo de alimentos de acuerdo con las necesidades de las comunidades, priorizando la producción para el consumo local y doméstico. Además, garantiza el derecho de las personas a elegir qué comer y cómo producirlo (FAO, 2011). La seguridad alimentaria se refiere a la organización de la producción y el consumo de alimentos de acuerdo con las necesidades de las comunidades, priorizando la producción destinada al consumo local y doméstico. Es importante señalar que la soberanía alimentaria complementa este enfoque al priorizar las condiciones y necesidades locales, promoviendo la capacidad de producir alimentos de manera sostenible. Esto garantiza el acceso a una alimentación suficiente, saludable y culturalmente

apropiada, al mismo tiempo que resalta la importancia de la agricultura familiar y la agroecología en la construcción de sistemas alimentarios resilientes (FAO, 2022).

La obtención de alimentos a pequeña escala por parte de los agricultores es una alternativa que contribuye a asegurar la seguridad alimentaria de sus hogares, generando ingresos mediante la comercialización de alimentos y abasteciendo el hogar con productos cultivados en su propia tierra (Álvarez-Uribe *et al.*, 2007). Se entiende que un agricultor es una persona que se dedica a la producción de cultivos y, a menudo, de ganado, con el objetivo de abastecer tanto sus necesidades alimentarias como las del mercado. En el contexto de la agricultura de pequeña escala, se refiere a aquellos agricultores que gestionan terrenos relativamente pequeños y que suelen pertenecer a poblaciones rurales vulnerables, con recursos limitados y una fuerte dependencia de la agricultura para su subsistencia (FAO, 2014).

Conclusiones

La ganadería y la producción de leche son fundamentales para satisfacer las crecientes demandas nutricionales de la población mundial, aportando nutrientes esenciales y proteínas que no se encuentran fácilmente en fuentes vegetales. A pesar de la creciente producción de leche a nivel global y en regiones específicas como América Latina, existen desafíos significativos en la calidad y seguridad de este recurso. La contaminación microbiológica de la leche cruda y las prácticas inadecuadas de manejo representan riesgos para la salud pública, lo que subraya la necesidad de mejorar los estándares de producción y comercialización. A través de la implementación de medidas de higiene y control de calidad, junto con un enfoque integrado en la SPV, se puede avanzar hacia un sistema de producción láctea más sostenible y seguro, garantizando así la seguridad alimentaria y el bienestar de las comunidades involucradas en esta industria.

Financiación

Este material fue autofinanciado por los autores.

Declaración de autoría

Ambos autores contribuyeron a este artículo mediante conceptualización, recopilación de información, redacción del borrador, redacción y edición de la versión definitiva a someter.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses por el envío de este manuscrito.

Referencias

- Abbring S, Hols G, Garssen J, van Esch BCAM. 2019. Raw cow's milk consumption and allergic diseases. The potential role of bioactive whey proteins. *European Journal of Pharmacology*. 843:55-65. <https://doi.org/10.1016/J.EJPHAR.2018.11.013>
- Agarwal A, Awasthi V, Dua A, Ganguly S, Garg V, Marwaha SS. 2012. Microbiological profile of milk: impact of household practices. *Indian Journal of Public Health*. 56(1):88-94. <https://doi.org/10.4103/0019-557X.96984>

- Agudelo Gómez DA, Bedoya Mejía O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista Lasallista de Investigación. 2(1):38-42. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69520107>
- Álvarez-Uribe MC, Mancilla López LP, Cortés Torres JE. 2007. Caracterización socioeconómica y seguridad alimentaria de los hogares productores de alimentos para el autoconsumo, Antioquia-Colombia. Agroalimentaria. 12(25):109-22. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542007000200008&lng=es&tlng=es.
- Arenas NE, Moreno V. 2016. Estudio económico de la infección por *Brucella abortus* en ganado bovino de la región del Sumapaz, Colombia. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia. 63(3):218-28. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v63n3.62751>
- Banco Mundial. 2022. Banco Mundial – Desarrollo sostenible, resiliencia y crecimiento económico. [En línea] Disponible en: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/229181642406542199/text/Acci%C3%B3n-de-Mitigaci%C3%B3n-Nacionalmente-Apropiada-NAMA-De-La-Ganader%C3%ADa-Bovina-Sostenible-en-Colombia.txt>. [Consultado 08/10/2024].
- Banda LJ, Chiumia D, Gondwe TN, Gondwe SR. 2021. Smallholder dairy farming contributes to household resilience, food, and nutrition security besides income in rural households. Animal frontiers: the review magazine of animal agricultura. 11(2):41-6. <https://doi.org/10.1093/af/vfab009>
- Berhe G, Wasihun AG, Kassaye E, Gebreselasie K. 2020. Milk-borne bacterial health hazards in milk produced for commercial purpose in Tigray, northern Ethiopia. BMC Public Health. 20(1):894. <https://doi.org/10.1186/S12889-020-09016-6>
- Comisión Europea. 2016. EU Animal Welfare Strategy. [En línea] Disponible en: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_31/SR_ANIMAL_WELFARE_EN.pdf Evaluation of the EU strategy on Animal Welfare - European Commission (europa.eu) [Consultado 08/10/2024].
- S.C. Murphy, K.J. Boor. 2019. Sources and causes of high bacteria counts in raw milk: an abbreviated review. Dairexnet. Review. [En línea] Disponible en: <https://dairy-cattle.extension.org/sources-and-causes-of-high-bacteria-counts-in-raw-milk-an-abbreviated-review/> [Consultado 18/01/2024].
- de Waard JH. 2010. ¿Ordeñando micobacterias del ganado? Impacto económico y en salud de tuberculosis bovina y paratuberculosis en Colombia. Revista de MVZ Córdoba. 15(2):2037-40. <https://doi.org/10.21897/RMVZ.998>
- Elmoslemany AM, Keefe GP, Dohoo IR, Jayarao BM. 2009. Risk factors for bacteriological quality of bulk tank milk in Prince Edward Island dairy herds. Part 2: bacteria count-specific risk factors. Journal of Dairy Science. 92(6):2644-52. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1813>
- Fariña SR, Baudracco J, Bargo F. 2020. Producción láctea en diversas regiones: América Latina. [En línea] Disponible en: <https://www.ocla.org.ar/noticias/17619609-produccion-lactea-en-diversas-regiones-america-latina> [Consultado 14/05/2024].
- Federación de Ganaderos (FEDEGÁN). 2023. Consumo de leche nacional, Colombia. Informe. [En línea] Disponible en: <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/consumo-o> <https://www.Consumofedegan.org.co> [Consultado 14/05/2024].
- Federación Panamericana de Lechería (FEPALE). 2019. Situación de la cadena láctea en América Latina y el Caribe en el 2018. [En línea] Disponible en: https://fepale.org/site/wp-content/uploads/2021/04/Informe_Observatorio_Cadena_Lactea_ALC_2018.pdf [Consultado 14/05/2024].

- Ferguson JA, Doran AG. 2017. Hygiene in dairy production: a review of the effects of milking machine hygiene on milk quality. *Food Control*.0956-7135. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.10.019>
- Foroutan A, Guo AC, Vazquez-Fresno R, Lipfert M, Zhang L, Zheng J, Badran H, Budinski Z, Mandal R, Ametaj BN, Wishart DS. 2019. Chemical composition of commercial cow's milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 67(17):4897-914. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00204>
- Galeano AP, Manrique C. 2010. Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia*. 57:119-131. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/30991>
- Holmann F, Rivas L, Carulla J, Rivera B, Giraldo LA, Guzmán S, Martínez M, Medina A, Farrow A. 2004. Producción de leche y su relación con los mercados: caso colombiano. *Repositorio AGROSAVIA*. [En línea] Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17497> [Consultado 30/05/2024].
- Adetunji SA, Ramirez G, Ficht AR, Perez L, Foster MJ, Arenas-Gamboa AM. 2020. Building the evidence base for the prevention of raw milk-acquired brucellosis: a systematic review. *Frontiers in Public Health*. 8:76 <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00076>
- International Dairy Federation. 2022. The world dairy situation report 2022 Bulletin of the IDF 518/2022. <https://doi.org/10.56169/GNST6641>
- Koltes JE, Cole JB, Clemmens R, Dilger RN, Kramer LM, Lunney JK, McCue ME, McKay SD, Mateescu RG, Murdoch BM, Reuter R, Rexroad CE, Rosa GJM, Serão NVL, White SN, Woodward-Greene MJ, Worku M, Zhang H, Reecy JM. 2019. A vision for development and utilization of high-throughput phenotyping and big data analytics in livestock. *Frontiers in Genetics*. 10:1197. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.01197>
- Lee SHI, Mangolin BLC, Gonçalves JL, Neeff DV, Silva MP, Cruz AG, Oliveira CAF. 2014. Biofilm-producing ability of *Staphylococcus aureus* isolates from Brazilian dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 97(3):1812-6. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7387>
- Leischner C, Egert S, Burkard M, Venturelli S. 2021. Potential protective protein components of cow's milk against certain tumor entities. *Nutrients*. 13(6):1974. <https://doi.org/10.3390/nu13061974>
- Lewis M, Heppell N. 2000. Continuous thermal processing of foods: pasteurization and UHT sterilization. Gaithersburg, Maryland, Aspen Publishers, Inc. Disponible en: <https://aryaulilalbab.files.wordpress.com/2015/03/continuous-thermal-processing-of-foods.pdf>. [Consultado 14/05/2024].
- Lokhorst C, de-Mol RM, Kamphuis C. 2019. Invited review: big data in precision dairy farming. *Animal: an international journal of animal bioscience*. 13(7):1519-28. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003439>
- Lozano Maturana GS, Villar Otálora JC, Lugo Rozo CC, Espinosa Borda BC, Ramírez Suárez MA, Carrillo Pacheco M, Vanegas Virgüéz OD, Rodríguez Amador JA, Dorado Hernández DR. 2020. Estudios económicos sectoriales: análisis del sector lácteo en Colombia. Evidencia para el periodo 2010-2020. Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia. [En línea] Disponible en: https://www.sic.gov.co/sites/default/files/documentos/032022/ES-SLC_Version-publica.pdf [Consultado 14/05/2024].
- Martínez MM, Gómez CA. 2015. Calidad composicional e higiénica de la leche cruda recibida en industrias lácteas de Sucre, Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Universidad del Cauca*. 11(2):93-100. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/309>

- Mercado Marcela, González Viviana, Rodríguez Deyci, Carrascal Ana Karina. 2014. Perfil sanitario nacional de leche cruda para consumo humano directo en Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Universidad Pontificia Bolivariana. [En línea] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Perfil-sanitario-nacional-leche-cruda.pdf> [Consultado 18/01/2024].
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2014. Perfil sanitario nacional de leche cruda para consumo humano directo en Colombia. [En línea] Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Perfil-sanitario-nacional-leche-cruda.pdf> [Consultado 18/01/2024].
- Ministerio de Agricultura Colombia. 2020. Cadena láctea colombiana. Análisis Situacional Cadena Láctea. [En línea] Disponible en: http://www.andi.com.co/Uploads/20200430_DT_AnalSitLecheLarga_AndreaGonzalez.pdf [Consultado 14/05/2024].
- Néstor Enrique Daza Castañeda. 2022. Observatorio del sector lácteo colombiano, análisis de coyuntura sector lácteo – 2021 / 2022 1er Trimestre. [En línea] Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-nacional-de-colombia/fisiologia-y-tecnologia-poscosecha/sector-lacteo-colombiano-2021-2022/50582226> [Consultado 18/01/2024].
- Misterio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2012. Pago de la leche cruda a proveedores. [En línea] Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/0675ddef-933f-4436-95bd-6f757ec88872/2012R17.aspx> [Consultado 18/01/2024].
- Ministerio de la Protección Social de Colombia. 2006. Decreto No. 616. Reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendi, importe o exporte en el país. [En línea] Disponible en: <https://www.ica.gov.co/normatividad/normas-nacionales/decretos/2006/2006d616> [Consultado 18/01/2024].
- Ministerio de Salud y Protección Social, Unidad de Evaluación de Riesgos para la Inocuidad de los Alimentos, Instituto Nacional de Salud. 2011. Identificación de riesgos biológicos asociados al consumo de leche cruda bovina en Colombia. ISBN: 978-958-13-0151-5. [En línea] Disponible en: <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/identificacion-de-riesgos-biologicos-asociados-al-consumo-de-leche-cruda-bovina-en-colombia.pdf> [Consultado 18/01/2024].
- Ministerio de la Protección Social de Colombia. 2011. Identificación de riesgos biológicos asociados al consumo de leche cruda bovina en Colombia. [En línea] Disponible en: <https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/identificacion-de-riesgos-biologicos-asociados-al-consumo-de-leche-cruda-bovina-en-colombia.pdf> [Consultado 18/01/2024].
- Moreno Vásquez FC, Rodríguez Martínez G, Méndez Mancera VM, Osuna Ávila LE, Vargas MR. 2007. Análisis microbiológico y su relación con la calidad higiénica y sanitaria de la leche producida en la región del Alto de Chicamocha (departamento de Boyacá). Revista de Medicina Veterinaria. Universidad de la Salle. 14:61-83. [En línea] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4943762> [Consultado 18/01/2024].
- Negrón ME, Kharod GA, Bower WA, Walke H. 2019. Notes from the field: human *Brucella abortus* RB51 infections caused by consumption of unpasteurized domestic dairy products. United States, 2017-2019. Morbidity and Mortality Weekly Report. 68(7):185. <https://doi.org/10.15585/MMWR.MM6807A6>
- Olarte-Mejía LM. 2014. Análisis sectorial de la lechería especializada de trópico alto en Antioquia. Tesis de Grado. Gerencia de Proyectos. Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/items/8b68a12c-e41a-4935-9fb2-453ba5180251>

- Oliver SP, Jayarao BM, Almeida RA. 2005. Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2(2):115-29. <https://doi.org/10.1089/fpd.2005.2.115>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2012. Cumbre sobre los sistemas alimentarios. [En línea] Disponible en: <https://www.fao.org/4/i3027s/i3027s00.htm> [Consultado 18/01/2024].
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2011. Conceptos Básicos. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA) Centroamérica Proyecto Food Facility Honduras. [En línea] Disponible en: <https://www.fao.org/3/a-at772s.pdf> [Consultado 18/03/2024].
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2011. Procesos para la elaboración de productos lácteos. [En línea] Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3864af87-afec-4dda-a9d7-38a98b976e53/content> [Consultado 29/04/2024].
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2014. Agricultores familiares: alimentar al mundo, cuidar el planeta. [En línea] Disponible en: *Agricultores familiares: alimentar al mundo, cuidar el planeta (fao.org)* [Consultado 05/10/2024].
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2012. Escala Latinoamericana y Caribeña de Seguridad Alimentaria (ELCSA). [En Línea] Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fao.org/4/i3065s/i3065s.pdf> [Consultado: 5/12/2024].
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2022. Leche y productos lácteos. [En línea] Disponible en: <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/es/> [Consultado 18/01/2024].
- Rios-Muñiz D, Cerna-Cortes JF, Lopez-Saucedo C, Angeles-Morales E, Bobadilla-del Valle M, Ponce-de Leon A, Estrada-Garcia T. 2019. Longitudinal Analysis of the Microbiological Quality of Raw Cow's Milk Samples Collected from Three Small Family Dairy Farms in Mexico Over a 2-Year Period. *Journal of Food Protection*, Volume 82, Issue 12. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-19-155>
- Trujillo CM, Gallego AF, Ramírez N, Palacio LG. 2011. Prevalencia de mastitis en siete hatos lecheros del oriente antioqueño. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 24:11-8. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324626/20781903>
- Vázquez-Ojeda E, Pérez-Morales E, Hurtado-Ayala L, Alcántara Jurado L. 2014. Evaluación de la calidad microbiológica de la leche: revisión sistemática de 2003 a 2013. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 1(3):91-9 <http://reibci.org/publicados/2014/agosto/3300103.pdf>
- Vergara Collazos D, Torres MF, González FE, Lasso Sambony N, Ortega Muñoz C. 2008. Prevalencia de brucelosis en la leche cruda de bovinos expendida en el municipio de Popayán Cauca septiembre - diciembre 2006. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 6(2):76-85. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612008000200010&lng=en&nrm=is
- Villamil LC, Romero JR. 2003. Retos y perspectivas de la Salud Pública Veterinaria. *Revista de Salud Pública*. 5(2):109-22. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/18412/19812>

Weir E, Mitchell J, Reballato S, Fortuna D. 2007. Raw milk and the protection of public health. Canadian Medical Association Journal. 177(7):721-3
<https://doi.org/10.1503/CMAJ.071035>

Zumbado L, Romero-Zúñiga J. 2016. Conceptos sobre inocuidad en la producción primaria de la leche. Revista Ciencias Veterinarias. 33 (2):51-66. 51. <https://doi.org/10.15359/rcv.33-2.1>