

Universidad CES. Tunja. Colombia

SOBRE LA RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE LECHE CRUDA Y LA SALUD HUMANA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Camilo Ernesto Guarín Patarroyo¹, Diego Alveiro Restrepo Ochoa².

RESUMEN

Introducción: La leche es considerada un alimento clave para la seguridad alimentaria. Sin embargo, si se consume cruda puede convertirse en un vehículo para la transmisión de enfermedades en las personas, representando de esta manera un riesgo para la salud pública. **Objetivo:** Analizar el estado del conocimiento disponible en la literatura científica sobre la relación entre la producción y el consumo de leche cruda y la salud humana, identificando los problemas que se han abordado, las metodologías y técnicas utilizadas, la alteración composicional, higiénica y sanitaria de la leche; y las afectaciones de la salud humana relacionadas con el consumo de este alimento. **Métodos:** Se realizó una revisión sistemática cualitativa con el fin de integrar tanto de manera descriptiva como analítica los hallazgos de los estudios empíricos publicados entre Enero del 2007 y Septiembre del 2018 (ambos inclusive) sobre las relaciones existentes entre la salud humana, por un lado; y la producción y el consumo de leche cruda por el otro; en los sitios y repositorios *Pubmed*®®, *Ebsco*®®, *Science Direct*®®, y *Embase*®®. Se utilizaron “*raw milk*”, “*unpasteurized milk*” y “*health*” como descriptores. **Conclusiones:** La transmisión de enfermedades hacia los seres humanos por el consumo de leche cruda se puede reducir mediante la pasteurización: procedimiento que reduce considerablemente los microorganismos patógenos presentes en la misma. La transmisión de enfermedades por el consumo de leche cruda se puede reducir igualmente mediante la adopción de prácticas productivas inocuas que garanticen la producción de leche cruda de alta calidad por animales sanos y bajo buenas condiciones higiénicas que protejan la salud humana. **Guarín Patarroyo CE, Restrepo Ochoa DA. Sobre la relación entre el consumo de leche cruda y la salud humana: una revisión sistemática. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2020;30(2):516-538. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.**

Palabras clave: *Leche no pasteurizada / Leche cruda / Salud.*

¹ Médico veterinario. Máster en Ciencias. Aspirante a Doctor en Ciencias en Salud Pública. ² Psicólogo. Máster en Ciencias. Doctor en Filosofía. Investigador Asociado. Decano de la Facultad de Psicología.

INTRODUCCIÓN

La leche es considerada en varias sociedades como un alimento esencial y de primera elección de la canasta familiar, y clave para la seguridad alimentaria de los países.¹ La leche es también tenida como un alimento básico en la nutrición balanceada de las poblaciones humanas.¹

La leche se produce y se consume en casi todos los países del mundo, dado el importante papel que desempeña en la alimentación de los seres humanos.² Por tales razones, la leche se ha convertido en uno de los productos pecuarios más producidos y consumidos a nivel global.³ En el año 2016 se produjeron 678,581 millones de litros de leche en todo el mundo.⁴ Los países mayores consumidores fueron (en orden descendente):⁵⁻⁶ Irlanda (125.0 litros/persona/año), Finlandia (120.0 litros/persona/año), Chipre (107.8 litros/persona/año); y Nueva Zelanda y Australia (106.6 litros/persona/año); respectivamente.

Si la leche se consume cruda, se puede convertir en un vehículo importante para la transmisión de enfermedades a los seres humanos,⁷ lo que representa un riesgo para la salud pública, a menos que se cuenten con medidas higiénico-sanitarias adecuadas en toda la cadena de producción. Dentro de los riesgos más relevantes que están ligados al consumo de la leche cruda se encuentran la transmisión de microorganismos patógenos,⁸ toxinas, pesticidas,⁹ antibióticos,¹⁰ metales pesados,¹¹ esteroides,¹² detergentes, desinfectantes, y partículas extrañas, entre otros residuos químicos y físicos. Es por estas razones que la leche cruda (léase también no tratada) y sus subproductos se han considerado como una de los principales factores responsables en la transmisión de enfermedades por alimentos (ETAs) a los seres humanos.

Se ha documentado extensamente la relación entre el consumo de leche cruda y varias y diversas alteraciones de la salud de las personas, especialmente en poblaciones susceptibles como son las gestantes y los niños,¹³ los ancianos,¹⁴ y los pacientes inmunocomprometidos.¹⁵ La sintomatología propia de los trastornos derivados del consumo de leche cruda generalmente se asocia con enfermedad gastrointestinal, y estarían dadas por diarreas, vómitos, y gastralgia. Los síntomas podrían ser leves y autolimitantes, pero el consumo continuado de leche cruda puede llegar a ser fatal. Así, la leche cruda se convierte manera en un alimento de alto riesgo para la salud humana, y de gran impacto en la sanidad pública.¹⁵ Cuando no se adoptan las medidas higiénico-sanitarias adecuadas en todos los eslabones de la cadena láctea de producción, la leche cruda se convierte un vehículo importante para la transmisión de enfermedades como la brucelosis, la tuberculosis, la salmonelosis, la listeriosis, y la colibacilosis.¹⁶

Debido a las propiedades fisicoquímicas, la leche cruda es un medio ideal para el crecimiento y la multiplicación bacterianas.¹⁷ Entre otros microorganismos patógenos, en la leche se han identificado *Escherichia coli*,¹⁸ *Campylobacter jejuni*,¹⁹ *Salmonella spp.*,²⁰ *Listeria spp.*,²¹ el complejo *Streptococcus bovis/Streptococcus equinus*,²² *Aeromonas hydrophila* y *Aeromonas caviae*,²³ y *Bacillus cereus*.²⁴ Todos estos microorganismos se convierten en un peligro para la salud, puesto que son agentes causales de infecciones, brotes de ETAs, y trastornos posteriores para la salud de las personas.²⁵ Estos microorganismos pueden colonizar la leche en cualquier etapa del proceso productivo, desde el animal productor y los operarios, hasta el medio ambiente en que se cría el animal.²⁶ La colonización y contaminación bacterianas de la leche también pueden ser el resultado de prácticas productivas inadecuadas y

deficientes medidas higiénico-sanitarias incurridas durante el proceso productivo.²⁷⁻²⁸

Este estudio ha tenido como objetivo analizar el estado del conocimiento existente y disponible en la literatura científica sobre las asociaciones entre la producción de leche y el consumo de leche cruda, por un lado; con la salud humana por el otro. En virtud de ello, el presente estudio se ha extendido para identificar en la literatura publicada los problemas que se han abordado en torno a la producción segura de leche, las metodologías y técnicas utilizadas para ello, la alteración composicional, higiénica y sanitaria de la leche durante el proceso productivo, y las alteraciones que ocurren en la salud humana relacionadas con el consumo de este alimento.

METODOLOGÍA EMPLEADA EN LA REVISIÓN TEMÁTICA

Para responder a los objetivos del presente estudio, se completó una revisión sistemática cualitativa²⁹ que integró de manera descriptiva y analítica los hallazgos de los trabajos empíricos publicados entre los meses de Enero del 2007 y Septiembre del 2018 (ambos incluidos) sobre las asociaciones entre la salud humana y la producción de leche y el consumo de leche cruda. Para tal fin, el proceso de investigación se dividió en cinco fases, a saber: la construcción de la pregunta de investigación que guió ulteriormente el proceso de búsqueda y análisis de los trabajos encontrados en la literatura; la definición de los criterios de búsqueda bibliográfica, la identificación, selección y síntesis de los trabajos encontrados mediante una doble revisión; la descripción de los hallazgos, y el análisis de los mismos.

Construcción de la pregunta de investigación y definición de los criterios de búsqueda bibliográfica

La pregunta que guió el proceso de búsqueda bibliográfica quedó formulada de la manera siguiente: ¿Cuál es la relación (si existiera) entre la producción de leche y el consumo de leche cruda de diferentes especies animales y la salud humana? Para contestar a la pregunta-guía se realizó entonces una revisión sistemática de los trabajos existentes en cuatro bases de datos: Pubmed®© (*National Library of Medicine*, Estados Unidos)*, Ebsco®©†‡, ScienceDirect®© (Elsevier Ltd., Reino Unido)§, y Embase®© (*Excerpta Medica dataBASE*, Elsevier Ltd., Reino Unido)**. La búsqueda bibliográfica tuvo como propósito identificar los artículos que específicamente se ocuparan de la relación entre la producción de leche y/o consumo de leche cruda de diferentes especies domésticas (vacas, camellos, cabras, ovejas y/o búfalos) y la salud de las personas.

Para la sistematización de la búsqueda bibliográfica se utilizaron los descriptores “*raw milk*” (leche cruda), “*unpasteurized milk*” (leche no pasteurizada), y “*health*” (salud), términos todos comprendidos dentro del tesoro Mesh. La búsqueda bibliográfica se estructuró después combinando los descriptores de la siguiente manera: “*raw milk*” y “*unpasteurized milk*” en el título del artículo; y el término “*health*” en el título y en las palabras clave.

* Disponible en:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>.

† Disponible en: <http://www.ebsco.com/>.

‡ Ebsco®© permite la búsqueda de textos especializados en las fuentes “*Academic Search Ultimate*”, “*Medline*”, “*Fuente Académica Premier*”, y “*Psychology and Behavioral Science Collection*”.

§ Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/>.

** Disponible en: <http://www.elsevier.com/online-tools/embase>.

Los criterios que se utilizaron para la inclusión de los trabajos en la revisión bibliográfica fueron los siguientes: estudios a nivel mundial con metodología cualitativa, cuantitativa o mixta; estudios de carácter empírico; trabajos escritos en inglés, portugués o español; trabajos publicados en revistas científicas en el periodo comprendido entre Enero del 2007 y Septiembre del 2018; y trabajos disponibles en texto completo.

Identificación, selección y síntesis de los estudios encontrados

Concluido el proceso de búsqueda bibliográfica, se identificaron 172 estudios. La Tabla 1 muestra los resultados distribuidos según la base de datos consultada y el campo donde se realizó la búsqueda. Cincuenta y nueve de los artículos estaban repetidos, y por lo tanto fueron excluidos. De los 113 trabajos restantes, se seleccionaron 33 artículos luego de la revisión doble. Otros dos más se retiraron por no estar disponibles en texto completo. Finalmente, la serie de estudio quedó conformada por 31 estudios.³⁰⁻⁶⁰ La Figura 1 resume el proceso de inclusión | exclusión de los trabajos encontrados durante la búsqueda bibliográfica.

Descripción y análisis de los trabajos seleccionados

Los artículos seleccionados fueron revisados, codificados y categorizados con el *software* Atlas-ti©® (Universidad Técnica de Berlín, Alemania) en su versión 7 licenciada por la Universidad CES. El análisis de los trabajos seleccionados se dividió en dos etapas. En primer lugar, se realizó una descripción de los artículos seleccionados en razón de las siguientes variables: año de publicación del trabajo, país, idioma, tipo de investigación, tipo de muestras estudiadas, lugar dónde se tomó la

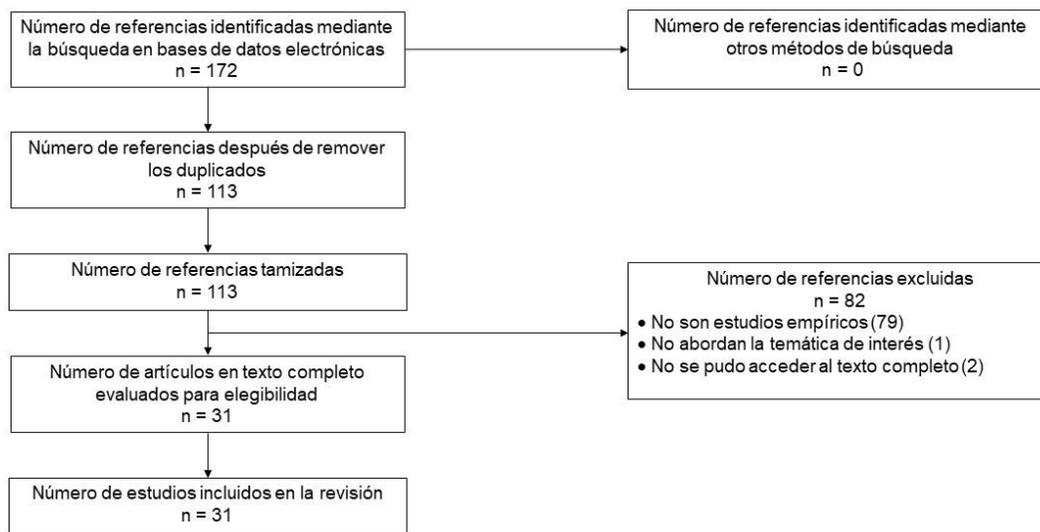
muestra, especie doméstica productora de leche, y núcleo temático. En segundo lugar, se identificaron los núcleos temáticos, como la presencia de aflatoxinas, calidad microbiológica de la leche cruda, presencia de residuos químicos en la leche cruda, efectos benéficos del consumo de leche cruda, niveles de hormonas esteroides en la leche cruda, y alteraciones físico-químicas de la leche cruda; a los fines de definir los principales hallazgos relacionados con las características de la leche cruda y los efectos en la salud de los consumidores.

RESULTADOS

De los 31 artículos analizados, en el 93.5 % de ellos se utilizó una metodología cuantitativa. Por su parte, el 6.4 % de las investigaciones fueron de tipo mixto, y en ellas se combinaron los análisis estadísticos de los datos reunidos con metodologías cualitativas como las encuestas a grupos focales y entrevistas con los consumidores. Todos los artículos fueron publicados en idioma inglés. En el 67.4 % se tomaron únicamente muestras de leche cruda para el análisis composicional y microbiológico, pero en otro 22.6 % de los trabajos se muestrearon leche cruda junto con agua de beber, alimento para animales, subproductos lácteos, carnes, heces y personas. Se hace notar que en un 6.4 % de los trabajos sólo se muestrearon personas, y que en una de las investigaciones se utilizaron los reportes microbiológicos emitidos oficialmente sobre la calidad de leche cruda en lugar de los resultados de un acto de muestreo.

Los estudios publicados y reseñados en esta revisión se realizaron mayoritariamente en granjas (38.7 %) y expendios de alimentos (35.5 %). Igualmente, los estudios en los que se analizaron los efectos de la producción de leche y el consumo de leche cruda de vaca sobre las alteraciones en salud de las personas representaron el 93.5 % de todos los publicados.

Figura 1. Metodología Prisma seguida para la tamización y selección de los artículos encontrados después de la revisión bibliográfica.



Fuente: Construcción propia de los autores.

Sin embargo, el 6.5 % de los estudios combinó el muestreo de la leche de vaca con el de otras especies lecheras como la oveja, la cabra y la búfala. De forma interesante, en uno de los trabajos se estudió la leche de camella solamente,⁴⁶ y en otro la leche de búfala.⁵⁸

Aquellos estudios que se centraron en la presencia de aflatoxinas en la leche cruda y sus subproductos representaron el 12.9 % de los encontrados en la literatura revisada. Estos estudios examinaron las consecuencias de la alimentación de los animales productores de leche con plantas contaminadas con la aflatoxina B1 (AFB1), y el efecto que esta práctica puede tener para la salud de los consumidores. Además, estos estudios resaltan la importancia de la presencia de aflatoxina M1 (AFM1) en la

leche y sus derivados, puesto que representa un riesgo relacionado con la seguridad alimentaria, a la vez que afecta la productividad animal, y el bienestar y la salud de tantos seres humanos como animales por igual. Los autores recalcan en la importancia de estos hallazgos en virtud del hecho de que la AFM1 en los seres humanos es responsable de la aparición de hepatotoxicidad, cáncer, interferencias nutricionales, inmunosupresión y teratogénesis.⁶¹

Por otra parte, el 64.5 % de los artículos incluidos en la revisión bibliográfica se centraron en la calidad microbiológica de la leche producida, y los microorganismos patógenos presentes en ellas. Algunos de los artículos reseñados trataron los patógenos ambientales

reconocidos como habitantes comunes del suelo y el agua, a saber: *Bacillus cereus*, *Aeromonas spp.*, y *Listeria spp.* Luego, se encontraron artículos que trataron sobre las bacterias que pueden contaminar la leche desde el propio sistema glandular mamario como *Streptococcus spp.* y *Staphylococcus spp.* Finalmente, se localizaron estudios que se enfocaron en las enterobacterias y sus productos tóxicos, como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*

Streptococcus spp., *Staphylococcus*, *Salmonella spp.*, *Aeromonas*, *Escherichia coli* (y la toxina Shiga por ella producida), *Listeria spp.*, y *Bacillus cereus*.

La sintomatología resultante del consumo de leche cruda contaminada con microorganismos patógenos varía según la especie del microorganismo presente. En los individuos sanos la infección transmitida por la leche cruda contaminada puede ser asintomática, o presentarse con diarrea leve

Tabla 1. Artículos encontrados en las bases de datos consultadas. “title” y “descriptor” se refieren a los campos accedidos para la búsqueda bibliográfica.

Base de datos	“Unpasteurized milk” [title] + “Health” [title]	“Unpasteurized milk” [title] + “Health” [descriptor]	“Raw milk” [title] + “Health” [title]	“Raw milk” [title] + “Health” [descriptor]	Todos
Ebsco®©	5	6	12	52	75
Embase®©	8	0	23	9	40
Science Direct®©	1	1	4	5	11
Pubmed®©	8	1	21	16	46
Todas las bases	22	8	60	82	172

Fuente: Construcción propia de los autores.

Es importante recalcar que los estudios que identifican la presencia de *Escherichia coli*, o de la toxina Shiga en la leche cruda, representaron el 55.0 % de los estudios revisados. El alto porcentaje de artículos que abordan esta temática puede explicarse (en parte) porque la leche cruda y sus derivados son los principales alimentos responsables de la transmisión de enfermedades causadas por bacterias a los seres humanos.^{17,25} Las bacterias identificadas en la revisión hecha son capaces de generar infecciones e intoxicaciones por la ingestión del propio patógeno y/o sus toxinas dañinas. Las enfermedades adquiridas por el consumo de leche cruda que se reportan con mayor frecuencia son la brucelosis, la tuberculosis, la estreptococosis, la salmonelosis, la listeriosis, y la colibacilosis, causadas por

y fiebre. Sin embargo, el consumo de leche cruda puede conducir a diarreas copiosas y sanguinolentas, gastroenteritis variable en su intensidad, neumonía, celulitis orbital, absceso epidural, meningitis, endocarditis, bacteriemia (que puede llegar a ser fatal) y choque séptico; sepsis neonatal; prostatitis, y síndrome urémico hemolítico. El consumo de leche cruda contaminada hasta puede ser fatal en las personas mayores, los pacientes inmunocomprometidos, las mujeres embarazadas, y los recién nacidos.¹³⁻¹⁵

Otros estudios recuperados después de la revisión bibliográfica abordan la presencia de residuos químicos en la leche. Estos estudios representan (casi) la décima parte de los incluidos en la revisión hecha, y se enfocan en identificar la presencia en la leche cruda de algunos pesticidas (como los

organofosforados, los organoclorados y/o los piretroides); y relacionar los efectos de su consumo con las alteraciones aparecidas en la salud de las personas. Estas sustancias que se han mencionado son carcinogénicas, genotóxicas, e interruptoras de la función hormonal.⁶²

de la vida productiva del mismo, así como una mayor producción de leche.⁶³

Otro artículo abordó las consecuencias que puede tener para la salud de las personas la mezcla de la leche obtenida de búfalas con leche de vaca. Esta adulteración puede producir alergia a la leche de vaca, la que se

Tabla 2. Características de los estudios reseñados sobre las asociaciones entre el consumo de leche cruda y la salud humana.

Característica	Hallazgos
Metodología seguida en la investigación	Cuantitativa: 29 [93.5] Mixta: 2 [6.4]
Idioma de publicación	Inglés: [100.0]
Muestras ensayadas	Leche cruda: [67.4] Leche cruda + otros tipos de muestras: [22.6] Personas: 2 [6.4] Reportes microbiológicos: 1 [3.2]
Sitio de muestreo	Granjas: 12 [38.7] Expendios: 11 [35.5] Granjas + Expendios: 3 [9.7] Granjas + Industrias: 1 [3.2] Expendios + Centros de salud: 1 [3.2] Granjeros: 2 [6.4] No declarado: 1 [3.2]

Fuente: Registros del estudio.
Tamaño de la serie de estudio: 31.

Igualmente, se encontró un artículo que abordó la presencia de residuos de hormonas esteroides en la leche cruda, tales como estrógenos, progesterona, glucocorticoides y andrógenos; y el efecto deletéreo que éstas pueden tener en la salud de las personas, puesto que dichas sustancias pueden interferir en la secreción endocrina endógena, y ejercer influencias tóxicas y cancerígenas, con potencial de promover la aparición de cáncer de mama, los ovarios, y la próstata.⁵⁷ El uso de esteroides en la industria agropecuaria se había justificado (inapropiadamente) como una práctica tendiente a provocar una maduración precoz del ganado lechero y un inicio más temprano

manifestaría con signos clínicos cutáneos, gastrointestinales, respiratorios, y anafilácticos;⁵⁸ y afectaría potencialmente la calidad de vida del consumidor.

De forma interesante se encontraron también dos artículos que le atribuyeron un efecto beneficioso para la salud humana al consumo de leche cruda. Estos artículos se enfocaron en el efecto protector de la leche cruda en la aparición de atopias⁵⁹ y asma bronquial.⁶⁰

DISCUSIÓN

El consumo de leche cruda se ha asociado con diversas afectaciones de la

salud humana, principalmente con el desencadenamiento de brotes de intoxicación alimentaria causados por la presencia y colonización en el alimento no tratado industrialmente de diferentes microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Brucella abortus*, *Campylobacter*, *Listeria spp.*, *Coxiella burnett*, *Bacillus cereus*, *Aeromonas spp.*, y *Aspergillus spp.* (y las aflatoxinas producidas por las bacterias incluidas en este género).⁶⁴⁻⁶⁶ Además, en la leche cruda se ha reportado la presencia de residuos físicos y químicos como pesticidas (del tipo de los organofosforados, los organoclorados, y los piretroides); antibióticos, metales pesados, detergentes, y desinfectantes.⁶⁷ Lo anteriormente expuesto refuerza la evidencia de que la leche, por sus características físico-químicas y nutricionales, se convierte en un medio favorable para la multiplicación de microorganismos patógenos, a la vez que puede convertirse en un vehículo importante en la transmisión de enfermedades hacia el ser humano.⁶⁸

Las alteraciones de la salud debido a estos microorganismos son muy variadas, y pueden recorrer desde las gastroenteritis leves autolimitantes producidas por *Salmonellas* no tifoidea,⁶⁹ hasta la muerte; o, si la muerte no ocurriera, la presentación de síntomas graves asociados a la contaminación por *Listeria monocytigenes*, principalmente en las personas mayores, los pacientes inmunocomprometidos, las gestantes y los recién nacidos.^{13-15,17,25} Junto con lo anterior, *Streptococcus agalactiae* es considerado el principal agente causante de sepsis y meningitis neonatal,⁶⁹ mientras que el complejo *Streptococcus bovis/Streptococcus equinus* se ha asociado con endocarditis y bacteriemia.⁷⁰

Dentro de los microorganismos de mayor carga patógena que se pueden transmitir por el consumo de leche cruda, y sus subproductos, se encuentran las cepas de

Escherichia coli productoras de toxina Shiga (STEC).⁷¹ La leche cruda se contamina con este microorganismo por el contagio con materia fecal durante el ordeño y/o el almacenamiento, o a través del contacto fecal-oral directo (o indirecto) con heces humanas y/o animales. La infección por *Escherichia coli* causa una amplia gama de enfermedades infecciosas en los seres humanos, las cuales van desde la diarrea sanguinolenta hasta la colitis hemorrágica, la trombocitopenia y el síndrome urémico-hemolítico, y que pueden conducir a la muerte (en condiciones fulminantes) de las personas.

Por otra parte, el ambiente prevalente en la granja productora es una fuente importante de contaminación de la leche cruda que se obtiene con pocas medidas higiénicas.⁷² *Bacillus cereus* y *Aeromonas* son dos patógenos que juegan un rol significativo en esta forma de contaminación ambiental. *Bacillus cereus* es considerado un patógeno oportunista e indicador de la contaminación ambiental de los alimentos, al ser un habitante propio del suelo que se encuentra frecuentemente en la leche cruda y los subproductos lácteos.⁷²⁻⁷³ El consumo de alimentos contaminados con *Bacillus cereus* (entre ellos la leche cruda) puede resultar en eventos fatales.⁷⁴

Aeromonas son otro grupo de bacterias transmitidas por la leche que son de gran importancia para la salud pública por la amenaza que encierran para las personas, principalmente en los países en vías de desarrollo.⁷⁵ *Aeromonas spp.* se encuentran regularmente en el agua de beber y las fuentes de alimentos del ganado lechero, razones por las cuales se relacionan con la transmisión de enfermedades por los productos lácteos.

Estos microorganismos están mostrando una creciente resistencia a los antibióticos, lo cual representa un problema serio en países donde hay una alta frecuencia de enfermedades gastroentéricas combinada

con el uso inadecuado de antibióticos.⁷⁶ *Aeromonas hydrophila* y *Aeromonas caviae* se consideran los principales patógenos responsables de las infecciones intestinales humanas, y se asocian con diarreas mucosanguinolentas y vómitos, infecciones localizadas (como la celulitis orbital, la infección sobreañadida de heridas y lesiones de la piel, y la mionecrosis) y sistémicas, entre ellas la neumonía, el absceso epidural, la prostatitis aguda, y bacteriemia que puede evolucionar hacia la sepsis, el choque séptico, y la muerte. *Aeromonas* pudieran causar también daño hepático agudo y cirrosis hepática.

Las aflatoxinas son micotoxinas producidas por varias cepas de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus nonius* que suelen colonizar, multiplicarse y contaminar productos de origen vegetal que se utilizan en la alimentación animal.⁷⁷ La leche y los productos lácteos son precisamente los grupos de alimentos más importantes para la transmisión de estas sustancias hacia los seres humanos.

La AFB1 puede encontrarse en la leche de animales que han sido alimentados con productos contaminados, es considerada como citotóxica y genotóxica, y además un potente carcinógeno y mutágeno. La AFM1 es el principal metabolito de la AFB1, y se excreta en la leche. Por lo tanto, la AFM1 es posible detectarla también en la leche y los subproductos lácteos. La AFM1 es clínicamente responsable de producir hepatotoxicidad, cáncer, interferencias nutricionales, inmunosupresión y teratogénesis. Por consiguiente, las aflatoxinas representan un riesgo incrementado para la seguridad alimentaria, y un problema importante para la salud pública, ya que perturban el bienestar y la salud de las personas. Los recién nacidos y los niños son el subgrupo poblacional con mayor riesgo de exposición al daño por aflatoxinas debido al alto consumo de leche y sus derivados en estas edades.

Igualmente, la leche, por sus propiedades físico-químicas, se convierte en un medio ideal para la disolución de ciertos contaminantes ambientales, como es el caso de algunos pesticidas y plaguicidas (de los tipos de los organofosforados y los organoclorados), los cuales, al tener propiedades lipofílicas, se disuelven y acumulan fácilmente en este producto.⁷⁸⁻⁷⁹ Es así que la contaminación de la leche con estos químicos ha sido elevada a la categoría de amenaza para la salud pública.⁸⁰ La contaminación ambiental proviene de alimentos (como los ensilajes de maíz y los forrajes); pero también de la aplicación al ganado bovino de productos para el control de ectoparásitos (entre ellos las garrapatas). Juntos, todos estos contaminantes provocan carcinogénesis, genotoxicidad, y desarreglos hormonales graves, lo que comporta graves amenazas para la salud humana.

Todo lo anteriormente dicho refuerza la necesidad de la adopción de buenas prácticas de producción agropecuaria que garanticen la inocuidad de la leche y los subproductos lácteos a todo lo largo de la cadena productiva; así como la pasterización de la leche como forma de control microbiano.

Finalmente, es importante destacar la existencia de varios estudios que le confieren un efecto beneficioso al consumo de leche cruda. Esta práctica ha sido identificada como un posible factor protector ante el desarrollo de atopias, rinitis alérgica, y asma bronquial; por cuanto mejora la inmunidad innata del sujeto al proveer microorganismos que pueden influenciar el desarrollo del sistema inmune si la leche cruda se consume durante los primeros años de vida.⁵⁹⁻⁶⁰

También se han reportado trabajos que señalan un efecto protector del consumo de leche y derivados lácteos ante ciertas formas de cáncer, como el cáncer colorrectal,⁸¹⁻⁸² probablemente atribuible al contenido de calcio en el alimento y/o la presencia de proteínas funcionales específicas como la

lactoferrina. Es inmediato que tales beneficios solo podrían realizarse si se garantiza un alimento obtenido en condiciones de buenas prácticas, y que se asegure que esté libre tanto de patógenos como de residuos físicos y químicos.⁸³⁻⁸⁵

CONCLUSIONES

Aunque en la literatura especializada se han encontrado algunos artículos donde se recalcan los efectos protectores para la salud de las personas del consumo de leche cruda (léase también no pasteurizada) durante el primer año de vida extrauterina, es importante aclarar que esta calidad de leche se debe producir bajo estrictos controles de calidad y sanidad que garanticen su inocuidad y la no transmisión de enfermedades a los infantes. Las ETA por el consumo de leche no cruda contaminada se pueden reducir mediante pasteurización para disminuir considerablemente el tenor de los microorganismos patógenos presentes en ellas. Las ETA causadas por el consumo de leche cruda se pueden reducir igualmente mediante la adopción de prácticas productivas inocuas que garanticen la producción de una leche cruda de alta calidad en animales sanos, y bajo condiciones higiénicas adecuadas que protejan la salud humana.

La (casi) totalidad de los artículos incluidos en la presente revisión utilizaron metodologías cualitativas, mientras que un pequeño porcentaje combinó técnicas cuantitativas con otras cualitativas. Los artículos reseñados en este ensayo se limitan a describir la calidad composicional, higiénica y sanitaria de la leche cruda, y la identificación en ella de microorganismos patógenos, y residuos físicos y químicos en este alimento; a la vez que asocian su consumo con efectos perjudiciales para la salud humana.

Futuras extensiones

En futuras investigaciones se recomienda el examen de la cultura de los individuos que producen, consumen y comercializan la leche cruda y sus derivados, con el propósito de contextualizar el entorno donde ocurren estos procesos, priorizando los significados, prácticas y creencias que se constituyen frente a la producción y consumo de este alimento, y que evidencien la manera cómo los habitantes lo relacionan con la salud y la enfermedad.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Los autores declaran que realizaron aportes importantes por igual a la estructuración de la idea del artículo, el diseño metodológico de la investigación, y la recolección y el análisis de datos; así como de la redacción y la revisión crítica del contenido, y la subsecuente aprobación de la versión publicable. Por todo ello, los autores asumen la responsabilidad de las partes que lo componen, y declaran no tener conflicto de interés para la realización de este estudio.

SUMMARY

Rationale: Milk is considered a key food for food security. However, if consumed raw it might become a vehicle for transmitting diseases to people, thus representing a risk to public health. **Objective:** To assess the state of available knowledge in the scientific literature on the relationship between the production and consumption of raw milk and human health, identifying the addressed problems, the methodologies and techniques used, the composition, hygienic and sanitary alterations of milk; and disorders of human health related with the consumption of this type of food. **Methods:** A qualitative systematic review was carried out in order to integrate in both descriptive and

*analytical ways the findings of the empirical studies published between January of 2007 and September of 2018 (both included) on the existing relationships between human health on one hand; and production and consumption of raw milk on the other, in Pubmed®, Ebsco®, Science Direct®, and Embase®. The descriptors “raw milk”, “unpasteurized milk” and “health” were used. **Conclusions:** Transmission of diseases to human beings due to the consumption of raw milk can be reduced by means of pasteurization: a procedure that considerably reduces the pathogenic microorganisms that might be present in this type of food. Transmission of diseases due to consumption of raw milk might be also reduced by adopting innocuous productive practices guarantying the production of high quality raw milk from healthy animals and under good hygienic conditions protecting human health. **Guarín Patarroyo CE, Restreo Ochoa DA.** On the relationship between the consumption of raw milk and human health: a systematic review. *RCAN Rev Cubana Aliment Nutr* 2020;30(2):516-538. *RNPS*: 2221. *ISSN*: 1561-2929.*

Subject headings: Unpasteurized milk / Raw milk / Health.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Weaver C, Wijesinha-Bettoni R, McMahon D, Spence L. Milk and dairy products as part of the diet. En: Milk and dairy products in human nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Masson [New Zealand]: 2013. Pp. 103-206.
- Gerosa S, Skoet T. Milk availability: Current production and demand and medium-term outlook. En: Milk and dairy products in human nutrition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Masson [New Zealand]: 2013. Pp. 11-40.
- Campbell JR, Marshall RT. Dairy production and processing: The science of milk and milk products. Waveland Press. New York: 2016.
- Kapaj A, Deci E. World milk production and socio-economic factors effecting its consumption. En: Dairy in human health and disease across the lifespan [Editores: Kapaj A, Deci E]. Academic Press. London: 2017. Pp. 107-115.
- Observatorio de la Cadena Láctea Argentina. Evolución de la producción mundial de leche. Disponible en: <http://www.ocla.org.ar/contents/news/details/11586575-evolucion-de-la-produccion-mundial-de-leche>. Fecha de última visita: 12 de Diciembre de 2018.
- Consumo *per cápita* de los principales países consumidores de leche del mundo. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/499197/consumo-per-capita-de-los-principales-paises-consumidores-de-leche-del-mundo/>. Fecha de última visita: 12 de Diciembre de 2018.
- Lucey JA. Raw milk consumption: risks and benefits. *Nutrition Today* 2015;50: 189-93.
- Artursson K, Schelin J, Thisted Lambert S, Hansson I, Olsson Engvall E. Foodborne pathogens in unpasteurized milk in Sweden. *Int J Food Microbiol* 2018;284:120-7. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.015>. Fecha de última visita: 12 de Diciembre de 2018.
- Akhtar S, Ahad K. Pesticides residue in milk and milk products: Mini review. *Pak J Anal Environmen Chem* 2017;18: 37-45.
- Aytenfsu S, Mamo G, Kebede B. Review on chemical residues in milk and their public health concern in Ethiopia. *J Nutr Food Sci* 2016;6(4):524-524. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4172/2155->

- [9600.1000524](#). Fecha de última visita: 12 de Diciembre de 2018.
11. Meshref AM, Moselhy WA, Hassan NEHY. Heavy metals and trace elements levels in milk and milk products. *J Food Measure Character* 2014;8:381-8.
 12. Goyon A, Cai JZ, Kraehenbuehl K, Hartmann C, Shao B, Mottier P. Determination of steroid hormones in bovine milk by LC-MS/MS and their levels in Swiss Holstein cow milk. *Food Addit Contamin Part A* 2016;33:804-16.
 13. Maldonado YA, Glode MP, Bhatia J, Brady MT, Byington CL, Davies HD; *et al.* Consumption of raw or unpasteurized milk and milk products by pregnant women and children. *Pediatr* 2014;133:175-9.
 14. Elbon SM, Johnson MA, Fischer JG. Milk consumption in older Americans. *Am J Public Health* 1998;88:1221-4.
 15. Baars T, Berge C, Garssen J, Verster J. The impact of raw milk consumption on gastrointestinal bowel and skin complaints in immune depressed adults. *Eur Neuropsychopharmacol* 2019;29:226-226. Disponible en: <https://www.ecnp.eu/presentationpdfs/73/P.256.pdf>. Fecha de última visita: 18 de Diciembre del 2018.
 16. Oliver SP, Boor KJ, Murphy SC, Murinda SE. Food safety hazards associated with consumption of raw milk. *Foodborne Path Dis* 2009;6:793-806.
 17. Velázquez-Ordoñez V, Valladares-Carranza B, Tenorio-Borroto E, Talavera-Rojas M, Varela-Guerrero JA, Acosta-Dibarrat J; *et al.* Microbial contamination in milk quality and health risk of the consumers of raw milk and dairy products. En: *Nutrition in health and disease- Our challenges now and forthcoming time*. IntechOpen. Zagreb: 2019. Disponible en: <http://doi:10.5772/intechopen.86182>. Fecha de última visita: 18 de Diciembre del 2018.
 18. Lye YL, Afsah-Hejri L, Chang WS, Loo YY, Puspanadan S, Kuan CH; *et al.* Risk of *Escherichia coli* O157:H7 transmission linked to the consumption of raw milk. *Int Food Res J* 2013;20:1001-5.
 19. Peterson MC. *Campylobacter jejuni* enteritis associated with consumption of raw milk [Features]. *J Environmen Health* 2003;65:20-2.
 20. Rohrbach BW, Draughon FA, Davidson PM, Oliver SP. Prevalence of *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Yersinia enterocolitica*, and *Salmonella* in bulk tank milk: Risk factors and risk of human exposure. *J Food Protect* 1992;55:93-7.
 21. Jamali H, Radmehr B, Thong KL. Prevalence, characterisation, and antimicrobial resistance of *Listeria* species and *Listeria monocytogenes* isolates from raw milk in farm bulk tanks. *Food Control* 2013;34:121-5.
 22. Jans C, Meile L, Lacroix C, Stevens MJ. Genomics, evolution, and molecular epidemiology of the *Streptococcus bovis*/*Streptococcus equinus* complex (SBSEC). *Infect Genet Evol* 2015;33:419-36.
 23. Stratev D, Odeyemi OA. Antimicrobial resistance of *Aeromonas hydrophila* isolated from different food sources: A mini-review. *J Infect Public Health* 2016;9:535-44.
 24. Bartoszewicz M, Hansen BM, Swiecicka I. The members of the *Bacillus cereus* group are commonly present contaminants of fresh and heat-treated milk. *Food Microb* 2008;25:588-96.
 25. Oliver SP, Murinda SE, Krause DO, Hendrick S. Milk and raw milk consumption as a vector for human disease. *Zoonotic Pathogens Food Chain* 2011;99-118.

26. Pal M, Mulu S, Tekle M, Pintoo SV, Prajapati J. Bacterial contamination of dairy products. *Beverage Food World* 2016;43:40-3.
27. Fischer WJ, Schilter B, Tritscher AM, Stadler RH. Contaminants of milk and dairy products: contamination resulting from farm and dairy practices. *Encyclopedia Dairy Sci* 2011;2:887-97.
28. Tamime AY. Milk processing and quality management. John Wiley & Sons. London: 2009.
29. Gisbert J, Bonfill X. ¿Cómo realizar, evaluar y utilizar revisiones sistemáticas y metaanálisis? *Gastroenterol Hepatol* 2004;27:129-49.
30. Ayar A, Sert D, Con AH. A study on the occurrence of aflatoxin in raw milk due to feeds. *J Food Safety* 2007;27:199-207.
31. Picinin LCA, Cerqueira MMOP, Vargas EA, Lana Ángela MQ, Toaldo IM, Bordignon-Luiz IMT. Influence of climate conditions on aflatoxin M1 contamination in raw milk from Minas Gerais State, Brazil. *Food Control* 2013;31(2):419-24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.10.024>. Fecha de última visita: 7 de Enero de 2019.
32. El Marnissi B, Belkhou R, Morgavi DP, Bennani L, Boudra H. Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk collected from traditional dairies in Morocco. *Food Chem Toxicol* 2012;50(8):2819-21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2012.05.031>. Fecha de última visita: 2 de Enero de 2019.
33. Al Zuheir IM, Omar JA. Presence of aflatoxin M1 in raw milk for human consumption in Palestine. *Walailak J Sci Technol* 2012;9:201-5.
34. Yobouet BA, Kouamé-Sina SM, Dadié A, Makita K, Grace D, Djè KM; *et al.* Contamination of raw milk with *Bacillus cereus* from farm to retail in Abidjan, Côte d'Ivoire and possible health implications. *Dairy Sci Technol* 2014;94: 51-60.
35. Sadek O, Makar N, Berbawy S. Detection of *Aeromonas hydrophila* in raw milk and some milk products with reference to its public health hazard. *Assiut Vet Med J* 2017;63:43-53.
36. Srinu B, Kumar AV, Kumar MS, Narayana BVL, Rao TM. Assessment of microbiological quality and associated health risks of raw milk sold in and around Hyderabad city. *Int J Pharma Bio Sci* 2012;3:609-14.
37. Cobbold RN, Davis MA, Rice DH, Szymanski M, Tarr PI, Besser TE, Hancock DD. Associations between bovine, human, and raw milk, and beef isolates of non-O157 Shiga toxin-producing *Escherichia coli* within a restricted geographic area of the United States. *J Food Prot* 2008;71:1023-7.
38. Kase JA, Maounounen-Laasri A, Lin A. Rapid identification of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O serogroups from fresh produce and raw milk enrichment cultures by luminex bead-based suspension array. *J Food Prot* 2016;79(9):1623-9. Disponible en: <http://jfoodprotection.org/doi/10.4315/0362-028X.JFP-16-070>. Fecha de última visita: 3 de Enero de 2019.
39. Virpari PK, Nayak JB, Thaker HC, Brahmabhatt MN. Isolation of pathogenic *Escherichia coli* from stool samples of diarrhoeal patients with history of raw milk consumption. *Vet World* 2013;6: 659-63.
40. Moshtaghi H, Mohamadpour AA. Incidence of *Listeria spp.* in raw milk in Shahrekord, Iran. *Foodborne Pathog Dis* 2007;4(1):107-10. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17378716>. Fecha de última visita: 2 de Enero de 2019.
41. Murphy M, Buckley JF, Whyte P, O'Mahony M, Anderson W, Wall PG; *et al.* Surveillance of dairy production

- holdings supplying raw milk to the farmhouse cheese sector for *Escherichia coli* O157, O26 and O111. *Zoonoses Public Health* 2007;54:358-65.
42. Giacometti F, Bonilauri P, Serrano A, Peli A, Amatiste S, Arrigoni N; *et al.* Four-year monitoring of foodborne pathogens in raw milk sold by vending machines in Italy. *J Food Prot* 2013;76(11):1902-7. Disponible en: <http://jfoodprotection.org/doi/abs/10.4315/0362-028X.JFP-13-213>. Fecha de última visita: 2 de Diciembre de 2018.
43. Giacometti F, Bonilauri P, Albonetti S, Amatiste S, Arrigoni N, Bianchi M; *et al.* Quantitative risk assessment of human *Salmonellosis* and *Listeriosis* related to the consumption of raw milk in Italy. *J Food Prot* 2015;78(1):13-21. Disponible en: <http://jfoodprotection.org/doi/abs/10.4315/0362-028X.JFP-14-171>. Fecha de última visita: 3 de Diciembre del 2018.
44. Nobili G, Franconieri I, Basanisi MG, La Bella G, Tozzoli R, Caprioli A; *et al.* Isolation of *Shiga* toxin-producing *Escherichia coli* in raw milk and mozzarella cheese in southern Italy [Short communication]. *J Dairy Sci* 2016;99(10):7877-80. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030216305483>. Fecha de última visita: 5 de Enero de 2019.
45. Giacometti F, Serrano A, Finazzi G, Daminelli P, Losio MN, Arrigoni N; *et al.* Sale of raw milk in northern Italy: Food safety implications and comparison of different analytical methodologies for detection of foodborne pathogens. *Foodborne Path Dis* 2012;9:293-7.
46. Jans C, Bugnard J, Njage PMK, Lacroix C, Meile L. Lactic acid bacteria diversity of African raw and fermented camel milk products reveals a highly competitive, potentially health-threatening predominant microflora. *LWT Food Sci Technol* 2012;47(2):371-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.034>. Fecha de última visita: 3 de Diciembre de 2018.
47. Swai ES, Schoonman L. Microbial quality and associated health risks of raw milk marketed in the Tanga region of Tanzania. *Asian Pac J Trop Biomed* 2011;1:217-22.
48. Hagi F, Zeighami H, Naderi G, Samei A, Roudashti S, Bahari S, Shirmast P. Detection of major food-borne pathogens in raw milk samples from dairy bovine and ovine herds in Iran. *Small Rum Res* 2015;131:136-40. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.08.005>. Fecha de última visita: 4 de Enero de 2019.
49. Kassa A, Zewude G, Tessema TS. Investigation on *Bacillus cereus* and associated risk factors in bovine raw milk in Debre Zeit town, Ethiopia. *Revue Méd Vét* 2017;168;10-2.
50. Giacometti F, Bonilauri P, Piva S, Scavia G, Amatiste S, Bianchi DM; *et al.* Paediatric HUS cases related to the consumption of raw milk sold by vending machines in Italy: Quantitative risk assessment based on *Escherichia coli* O157 official controls over 7 years. *Zoonoses Public Health* 2017;64:505-16.
51. Olufemi FO, Akinduti PA, Keinde OB, Odunfa OA. Prevalence and antibiogram of Methicilin-susceptible *Staphylococcus aureus* (MSSA) isolated from raw milk of asymptomatic cows in Abeokuta, Nigeria. *Alex J Vet Sciences* 2018;57(2): 34-40. Disponible en: <https://www.alexjvs.com/fulltext/31-1517493948.pdf>. Fecha de última visita: 6 de Enero del 2019.
52. Sonnier JL, Karns JS, Lombard JE, Koprak CA, Haley BJ, Kim S-W; *et al.* Prevalence of *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, and pathogenic *Escherichia coli* in bulk tank milk and milk filters from US dairy operations in

- the National Animal Health Monitoring System Dairy 2014 study. *J Dairy Sci* 2017;1-14. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030217311803>. Fecha de última visita: 4 de diciembre de 2018.
53. Bille PG, Haradoeb BR, Shigwedha N. Evaluation of chemical and bacteriological quality of raw milk from Neudamm dairy farm in Namibia. *Afr J Food Agr Nutr Dev* 2009;9:1511-23.
54. Asuoty EL, Tedawy AEL, Sallam A, Sdeek A. Detection of some pesticides residues in raw milk. *Assiut Vet Med J* 2017;63:100-7.
55. Raslan AA, Elbadry S, Darwish WS. Estimation and human health risk assessment of organochlorine pesticides in raw milk marketed in Zagazig city, Egypt. *J Toxicol* 2018;2018:3821797. Disponible en: <http://doi:10.1155/2018/3821797>. Fecha de última visita: 7 de Diciembre del 2018.
56. Miclean M, Cadar O, Levei EA, Todea DA. Human health risk assessment of organochlorine compounds associated with raw milk consumption in a Romanian industrial area. *Int J Food Sci* 2018;30(1):116-27. Disponible en: <https://itjfs.com/index.php/ijfs/article/view/920>. Fecha de última visita: 7 de Diciembre del 2018.
57. Qu X, Su C, Zheng N, Li S, Meng L, Wang J. A survey of naturally-occurring steroid hormones in raw milk and the associated health risks in Tangshan city, Hebei province, China. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15(1):0-0. Disponible en: <http://doi:10.3390/ijerph15010038>. Fecha de última visita: 7 de Diciembre del 2018.
58. Ewida RM, El-Magiud DSMA. Species adulteration in raw milk samples using polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism. *Vet World* 2018;11(6):830-3. Disponible en: <http://www.veterinaryworld.org/Vol.11/June-2018/15.html>. Fecha de última visita: 4 de enero de 2019.
59. Sozańska B, Pearce N, Dudek K, Cullinan P. Consumption of unpasteurized milk and its effects on atopy and asthma in children and adult inhabitants in rural Poland. *Eur J Allergy Clin Immunol* 2013;68:644-50.
60. Wyss AB, House JS, Hoppin JA, Richards M, Hankinson JL, Long S; *et al*. Raw milk consumption and other early-life farm exposures and adult pulmonary function in the Agricultural Lung Health Study. *Thorax* 2018;73:279-82.
61. Marchese S, Polo A, Ariano A, Velotto S, Costantini S, Severino L. Aflatoxin B1 and M1: Biological properties and their involvement in cancer development. *Toxins* 2018;10(6):214-214. Disponible en: doi: [10.3390/toxins10060214](https://doi.org/10.3390/toxins10060214). Fecha de última visita: 18 de Diciembre del 2018.
62. Santaefemia M, Melgar MJ, Cepeda A, García MA. Estudio de la contaminación por plaguicidas en rutas de abastecimiento de una industria láctea. *Rev Toxicol* 2005;22(1):96-100. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/919/91909912.pdf>. Fecha de última visita: 18 de Diciembre del 2018.
63. Gadd JB, Tremblay LA, Northcott GL. Steroid estrogens, conjugated estrogens and estrogenic activity in farm dairy shed effluents. *Environ Poll* 2010;158:730-6.
64. Oliver SP, Jayarao BM, Almeida RA. Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: food safety and public health implications. *Foodborne Path Dis* 2005;2:115-29.
65. Mungai EA, Behraves CB, Gould LH. Increased outbreaks associated with nonpasteurized milk, United States, 2007

- 2012. *Emerg Infect Dis* 2015;21:119-22.
66. Gillespie IA, Brien SO. Milkborne general outbreaks of infectious intestinal disease, England and Wales, 1992 – 2000. *Epidemiol Infect* 2003;130:461-8.
67. Barreto F, Jank L, Castilhos T, Rau RB, Tomaszewski CA, Ribeiro C, Hillesheim DR. Chemical residues and mycotoxins in raw milk. En: *Raw milk*. Academic Press. New York: 2019. Pp. 273-293.
68. Instituto Nacional de Salud. Identificación de riesgos químicos asociados al consumo de leche cruda bovina en Colombia. Bogotá: 2010. Pp. 1-93.
69. Leedom JM. Milk of nonhuman origin and infectious diseases in humans. *Clin Infect Dis* 2006;43:610-5.
70. Sasmazel A, Baysal A, Fedakar A, Buğra O, Özkokeli M, Büyükbayrak F; *et al.* Treatment of *Brucella* endocarditis: 15 years of clinical and surgical experience. *Ann Thor Surg* 2010;89:1432-1436.
71. Ranjbar R, Dehkordi FS, Shahreza MHS, Rahimi E. Prevalence, identification of virulence factors, O-serogroups and antibiotic resistance properties of Shiga-toxin producing *Escherichia coli* strains isolated from raw milk and traditional dairy products. *Antimicrob Resist Infect Control* 2018;7:1-11.
72. Zucali M, Bava L, Colombini S, Brasca M, Decimo M, Morandi S; *et al.* Management practices and forage quality affecting the contamination of milk with anaerobic spore-forming bacteria. *J Sci Food Agr* 2015;95:1294-302.
73. Banykó J, Vyletětlová M. Determining the source of *Bacillus cereus* and *Bacillus licheniformis* isolated from raw milk, pasteurized milk and yoghurt. *Lett Appl Microbiol* 2009;48:318-23.
74. Dierick K, Coillie E Van, Swiecicka I, Devlieger H, Meulemans A, Fourie L; *et al.* Fatal family outbreak of *Bacillus cereus*-associated food poisoning. *J Clin Microbiol* 2005;43:4277-9.
75. Isonhood JH, Drake M. *Aeromonas* species in foods. *J Food Protect* 2002;65:575-82.
76. Igbiosa IH, Igumbor EU, Aghdasi F, Tom M, Okoh AI. Emerging *Aeromonas* species infections and their significance in public health. *Scient World J* 2012;2012:625023. Disponible en: <http://doi:10.1100/2012/625023>. Fecha de última visita: 19 de Diciembre del 2018.
77. Cotty PJ, Bayman P, Egel DS, Elias KS. Agriculture, aflatoxins and *Aspergillus*. En: *The Genus Aspergillus*. Springer. Boston [MA]: 1994. Pp. 1-27.
78. Donia MAA, Abou-Arab AAK, Enb A, El-Senaity MH, Abd-Rabou NS. Chemical composition of raw milk and the accumulation of pesticide residues in milk products. *Global Veterinaria* 2010;4:6-14.
79. Fagnani R, Beloti V, Battaglini APP, Dunga KDS, Tamanini R. Organophosphorus and carbamates residues in milk and feedstuff supplied to dairy cattle. *Pesq Vet Bras* 2011;31:598-602.
80. González-Rodríguez RM, Rial-Otero R, Cancho-Grande B, Gonzalez-Barreiro C, Simal-Gándara J. A review on the fate of pesticides during the processes within the food-production chain. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2011;51:99-114.
81. Tsuda H, Sekine K, Ushida Y, Kuhara T, Takasuka N, Iigo M; *et al.* Milk and dairy products in cancer prevention: Focus on bovine lactoferrin. *Mut Res Rev Mut Res* 2000;462(2-3):227-33. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S1383-5742\(00\)00040-5](https://doi.org/10.1016/S1383-5742(00)00040-5). Fecha de última visita: 18 de Diciembre del 2018.

82. Davoodi H, Esmaceli S, Mortazavian A. Effects of milk and milk products consumption on cancer: A review. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 2013;12:249-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12011>. Fecha de última visita: 19 de Diciembre del 2018.
83. Cifelli CJ, Maples IS, Miller GD. Pasteurization: Implications for food safety and nutrition. *Nutrition Today* 2010;45:207-13.
84. Alegbeleye OO, Guimarães JT, Cruz AG, Sant'Ana AS. Hazards of a "healthy trend"? An appraisal of the risks of raw milk consumption and the potential of novel treatment technologies to serve as alternatives to pasteurization. *Trends Food Sci Technol* 2018;82: 148-66.
85. Instituto Colombiano de Acreditación. Las buenas prácticas ganaderas en la producción de leche, en el marco del Decreto 616. Bogotá: 2007. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/049aef47-c6e3-43d9-826b-e163f8b40e98/Publicacion-23.aspx>. Fecha de última visita: 2 de Enero de 2019.

ANEXOS

Anexo 1. Descripción de los artículos seleccionados en relación a las variables definidas en la búsqueda bibliográfica. Leyenda: Núcleos temáticos: A: Presencia de aflatoxinas. M: Calidad microbiológica. P: Presencia de residuos químicos. B: Efectos beneficiosos. H: Niveles de hormonas esteroides en la leche cruda. AL: Alteraciones fisicoquímicas de la leche cruda.

Título del artículo	Año	País donde se realizó	Idioma	Tipo de investigación	Tipo de muestra	Toma de muestras	Animal productor	Núcleo temático
A study on the occurrence of aflatoxin in raw milk due to feeds Ref.: [30]	2007	Turquía	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda Alimento de ganado	Granja	Vaca	A
Influence of climate conditions on aflatoxin M1 contamination in raw milk from Minas Gerais State, Brazil Ref.: [31]	2012	Brasil	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja	Vaca	A
Occurrence of aflatoxin M1 in raw milk collected from traditional dairies in Morocco Ref.: [32]	2012	Marruecos	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja	Vaca	A
Presence of aflatoxin M1 in raw milk for human consumption in Palestine Ref.: [33]	2012	Palestina	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja	Vaca	A
Contamination of raw milk with <i>Bacillus cereus</i> from farm to retail in Abidjan, Côte d'Ivoire and possible health implications Ref.: [34]	2013	Costa de Marfil	Inglés	Mixta	Leche cruda Agua	Granja Expendio	Vaca	M
Detection of <i>Aeromonas hydrophila</i> in raw milk and some milk products with reference to its public health hazard Ref.: [35]	2017	Egipto	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda Subproductos	Expendio	Vaca	M

Anexo 1. Descripción de los artículos seleccionados en relación a las variables definidas en la búsqueda bibliográfica. Leyenda: Núcleos temáticos: A: Presencia de aflatoxinas. M: Calidad microbiológica. P: Presencia de residuos químicos. B: Efectos beneficiosos. H: Niveles de hormonas esteroides en la leche cruda. AL: Alteraciones fisicoquímicas de la leche cruda (Continuación).

Título del artículo	Año	País donde se realizó	Idioma	Tipo de investigación	Tipo de muestra	Toma de muestras	Animal productor	Núcleo temático
Assessment of microbiological quality and associated health risks of raw milk sold in and around Hyderabad city Ref.: [36]	2012	India	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja Expendio	Vaca	M
Associations between bovine, human, and raw milk, and beef isolates of non-o157 Shiga toxigenic <i>Escherichia coli</i> within a restricted geographic area of the United States Ref.: [37]	2008	USA	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda Carne	Granja Expendio	Vaca	M
Rapid identification of Shiga toxin-producing <i>Escherichia coli</i> O serogroups from fresh produce and raw milk enrichment Ref.: [38]	2016	USA	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja	Vaca	M
Isolation of pathogenic <i>Escherichia coli</i> from stool samples of diarrhoeal patients with history of raw milk consumption Ref.: [39]	2013	India	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda Heces	Expendios Centros de salud	Vaca	M
Incidence of <i>Listeria spp.</i> in raw milk in Shahrekord, Iran Ref.: [40]	2007	Irán	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granjas Industria	Vaca	M

Anexo 1. Descripción de los artículos seleccionados en relación a las variables definidas en la búsqueda bibliográfica. Leyenda: Núcleos temáticos: A: Presencia de aflatoxinas. M: Calidad microbiológica. P: Presencia de residuos químicos. B: Efectos beneficiosos. H: Niveles de hormonas esteroides en la leche cruda. AL: Alteraciones fisicoquímicas de la leche cruda (Continuación).

Título del artículo	Año	País donde se realizó	Idioma	Tipo de investigación	Tipo de muestra	Toma de muestras	Animal productor	Núcleo temático
Surveillance of dairy production holdings supplying raw milk to the farmhouse cheese sector for <i>Escherichia coli</i> o157, o26 and o111 Ref.: [41]	2007	Irlanda	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda Agua	Granja	Vaca	M
Four-year monitoring of foodborne pathogens in raw milk sold by vending machines in Italy Ref.: [42]	2013	Italia	Inglés	Mixta	Leche cruda Personas	Expendio	Vaca	M
Quantitative risk assessment of human salmonellosis and listeriosis related to the consumption of raw milk in Italy Ref.: [43]	2015	Italia	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Expendio	Vaca	M
Isolation of Shiga toxin-producing <i>Escherichia coli</i> in raw milk and mozzarella cheese in southern Italy Ref.: [44]	2016	Italia	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Expendio	Vaca	M
Sale of raw milk in northern Italy: Food safety implications and comparison of different analytical methodologies for detection of foodborne pathogens Ref.: [45]	2012	Italia	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Expendio	Vaca	M

Anexo 1. Descripción de los artículos seleccionados en relación a las variables definidas en la búsqueda bibliográfica. Leyenda: Núcleos temáticos: A: Presencia de aflatoxinas. M: Calidad microbiológica. P: Presencia de residuos químicos. B: Efectos beneficiosos. H: Niveles de hormonas esteroideas en la leche cruda. AL: Alteraciones fisicoquímicas de la leche cruda (Continuación).

Título del artículo	Año	País donde se realizó	Idioma	Tipo de investigación	Tipo de muestra	Toma de muestras	Animal productor	Núcleo temático
Lactic acid bacteria diversity of African raw and fermented camel milk products reveals a highly competitive, potentially health-threatening predominant microflora Ref.: [46]	2012	Somalia Kenia	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Expendio	Camellos	M
Microbial quality and associated health risks of raw milk marketed in the Tanga region of Tanzania Ref.: [47]	2011	Tanzania	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Expendio	Vaca	M
Detection of major food-borne pathogens in raw milk samples from dairy bovine and ovine herds in Iran Ref.: [48]	2015	Irán	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja	Vaca Oveja	M
Investigation on <i>Bacillus cereus</i> and associated risk factors in bovine raw milk in Debre Zeit town, Ethiopia Ref.: [49]	2017	Etiopía	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja	Vaca	M
Paediatric HUS cases related to the consumption of raw milk sold by vending machines in Italy: Quantitative risk assessment based on <i>Escherichia coli</i> O157 official controls over 7 years Ref.: [50]	2016	Italia	Inglés	Cuantitativo	Reportes micro-biológicos	No declarado	Vaca	M

Anexo 1. Descripción de los artículos seleccionados en relación a las variables definidas en la búsqueda bibliográfica. Leyenda: Núcleos temáticos: A: Presencia de aflatoxinas. M: Calidad microbiológica. P: Presencia de residuos químicos. B: Efectos beneficiosos. H: Niveles de hormonas esteroides en la leche cruda. AL: Alteraciones fisicoquímicas de la leche cruda (Continuación).

Título del artículo	Año	País donde se realizó	Idioma	Tipo de investigación	Tipo de muestra	Toma de muestras	Animal productor	Núcleo temático
Prevalence and antibiogram of methicillin-susceptible <i>Staphylococcus aureus</i> (MSSA) isolated from raw milk of asymptomatic cows in Abeokuta, Nigeria Ref.: [51]	2018	Nigeria	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja	Vaca	M
Prevalence of <i>Salmonella enterica</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , and pathogenic <i>Escherichia coli</i> in bulk tank milk and milk filters from US dairy operations in the National Animal Health Monitoring System Dairy 2014 Study Ref.: [52]	2018	USA	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja	Vaca	M
Evaluation of chemical and bacteriological quality of raw milk from Neudamm dairy farm in Namibia Ref.: [53]	2009	Namibia	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja	Vaca	M
Detection of some pesticides residues in raw milk Ref.: [54]	2017	Egipto	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Expendio	Vaca	Q
Estimation and human health risk assessment of organochlorine pesticides in raw milk marketed in Zagazig City, Egypt Ref.: [55]	2018	Egipto	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Expendio	Vaca Cabra Búfalos	Q

Anexo 1. Descripción de los artículos seleccionados en relación a las variables definidas en la búsqueda bibliográfica. Leyenda: Núcleos temáticos: A: Presencia de aflatoxinas. M: Calidad microbiológica. P: Presencia de residuos químicos. B: Efectos beneficiosos. H: Niveles de hormonas esteroides en la leche cruda. AL: Alteraciones fisicoquímicas de la leche cruda (Continuación).

Título del artículo	Año	País donde se realizó	Idioma	Tipo de investigación	Tipo de muestra	Toma de muestras	Animal productor	Núcleo temático
Human health risk assessment of organochlorine compounds associated with raw milk consumption in a Romanian industrial area Ref.: [56]	2018	Rumania	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Expendio	Vaca	Q
A survey of naturally-occurring steroid hormones in raw milk and the associated health risks in Tangshan City, Hebei Province, China Ref.: [57]	2018	China	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Granja	Vaca	H
Species adulteration in raw milk samples using polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism Ref.: [58]	2018	Egipto	Inglés	Cuantitativo	Leche cruda	Expendio	Búfalos	AL
Consumption of unpasteurized milk and its effects on atopy and asthma in children and adult inhabitants in rural Poland Ref.: [59]	2017	Polonia	Inglés	Cuantitativo	Personas	Granjeros	Vaca	B
Raw milk consumption and other early-life farm exposures and adult pulmonary function in the agricultural lung health study Ref.: [60]	2017	USA	Inglés	Cuantitativo	Personas	Granjeros	Vaca	B