

Evaluación de la calidad microbiológica de la leche

Revisión Sistemática de 2003 a 2013

Erica Vázquez-Ojeda, Eugenia Pérez-Morales, Lilia Hurtado-Ayala, Luis Alcántara-Jurado

Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, Facultad Ciencias Químicas e Ingeniería

Universidad Autónoma de Baja California

Tijuana, B.C., México

[evazquezojeda, eugenia, lilyhurtado, luis.alcantara]@ uabc.edu.mx

Abstract— The purpose of this study was to conduct a systematic review of studies on microbiological evaluation of milk, published in MEDLINE/Pub-Med, SciELO and EBSCO databases, from 2003 to 2013. In this systematic review were analyzed 11 studies of microbiological quality of milk. Most of the studies identified pathogenic microorganisms, coliforms, Salmonella spp., mesophilic bacteria, heat-resistant bacteria, yeast and mold. In one study realized in Ethiopia they identified bacteria such as Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa and Klebsiella pneumoniae, in another study developed in the United States were identified Microbacterium spp., Paenibacillus spp. and Bacillus spp. Of the analyzed studies, 73% did not meet the established limits of the standards of each country.

Keywords— *pasteurized milk, milk quality, milk microbiological quality, pasteurized milk quality.*

Resumen— El propósito de este estudio fue realizar una revisión sistemática de estudios sobre evaluación microbiológica de la leche, publicados en las bases de datos de MEDLINE/Pub-Med, SciELO y EBSCO, de 2003 a 2013. En esta revisión sistemática se analizaron 11 estudios de calidad microbiológica de la leche. En la mayoría de los estudios se identificaron microorganismos patógenos, coliformes totales, Salmonella spp., bacterias mesófilas, bacterias termorresistentes, hongos y levaduras. En un estudio realizado en Etiopía se identificaron bacterias como Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa y Klebsiella pneumoniae y en uno realizado en Estados Unidos se identificaron Microbacterium spp., Paenibacillus spp. y Bacillus spp. El 73% de los estudios analizados no cumplieron con los límites establecidos por la norma de su país.

Palabras claves— *leche pasteurizada, calidad microbiológica, microorganismos leche.*

I. INTRODUCCIÓN

La leche es un alimento nutritivo para los seres humanos, sin embargo también sirve como un buen medio para el crecimiento de muchos microorganismos, especialmente patógenos bacterianos [1-4]. La leche se define como la secreción láctea, prácticamente libre de calostro, obtenida por el ordeño de una o más vacas saludables, cinco días después y 15 días antes del parto, contiene no menos de 8.5% de sólidos de leche no grasos y no menos de 3.5% de grasa de leche. Se sabe que los consumidores desean leche, entera y nutritiva producida en un ambiente higiénico libre de patógenos. Para cumplir con estas demandas se requiere la producción de leche de alta calidad [5-7].

La calidad de la leche se define como el cumplimiento de las características que norman en material de nutrición y carga microbianas; las características nutricionales se definen como el porcentaje de los diferentes constituyentes químicos como: proteínas, grasa, lactosa, minerales, vitaminas, sólidos no grasos y sólidos totales entre otros. La calidad microbiológica se refiere a la concentración de la población microbiana de la leche, y presencia de microorganismos patógenos. Otras características, residuos de inhibidores; que pueden afectar la salud humana y los procesos de transformación de la leche [8]. Los microorganismos psicrótrofos pueden causar alteraciones en las características sensoriales y defectos físicos en los productos elaborados debido a la actividad proteolítica y lipolítica [9].

Un manejo deficiente en los procesos de obtención, recolección, recepción y almacenamiento pueden afectar la calidad higiénica de la leche. El contenido de bacterias en la leche depende especialmente del

grado de limpieza de las máquinas, utensilios y de la correcta higiene durante la extracción [10-12]. Las condiciones específicas para cada fase deben ser monitoreadas constantemente, debido a que ponen en riesgo la calidad final de la leche y sus derivados [13].

Las infecciones tales como, fiebre tifoidea, difteria, fiebre escarlata, y las entero-toxinas relacionadas con la mastitis son comúnmente transmitidas por la leche, algunas de las enfermedades más severas transmitidas a humanos por consumo de leche son la tuberculosis y brucelosis [14-15]. En países en desarrollo, *E. coli* es el agente responsable de muchos casos de diarrea en niños y adultos por la ingesta de alimentos o agua contaminada, incluyendo productos lácteos, [16].

Las bacterias patógenas constituyen cerca del 90% de las enfermedades transmitidas por productos lácteos. Para proteger a la población de las infecciones causadas por el consumo de leche, existen regulaciones sanitarias que establecen el manejo higiénico adecuado y su pasteurización. Sin embargo, estas regulaciones no se cumplen en países en desarrollo, y las enfermedades por consumo de leche tienen mayor riesgo [17-18]. Recientemente ha incrementado la importancia internacional por la seguridad alimentaria de los productos lácteos con respecto a las enfermedades transmitidas por alimentos. Especialmente en países en desarrollo donde la producción de leche y varios productos lácteos se desarrollan bajo condiciones insalubres y malas prácticas de producción [19].

Debido a que no se encontraron revisiones sistemáticas sobre la calidad microbiológica de la leche publicadas hasta 2013 en México y en Latinoamérica, el propósito de este estudio fue realizar una revisión sistemática de estudios sobre evaluación microbiológica de la leche, publicados en las bases de datos de MEDLINE/PubMed, SciELO, y EBSCO, de 2003 a 2013.

II. METODOLOGÍA

Se revisaron todos los artículos originales encontrados en inglés y en español publicados en las bases de datos de MEDLINE/PubMed, SciELO, EBSCO, de 2003 a 2013, de estudios sobre la calidad microbiológica de la leche. Los criterios de inclusión fueron: estudios sobre calidad microbiológica de leche de vaca cruda y pasteurizada; y los criterios de exclusión fueron: leche humana, leche de otros mamíferos y productos lácteos. Se realizó la búsqueda con las palabras clave: “leche pasteurizada”, “calidad microbiológica”, “microorganismos leche”, “pasteurized milk”, “milk quality”, “milk microbiological quality”, “pasteurized milk quality”.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la búsqueda electrónica se encontraron 1299 artículos relacionados, incluyendo otros artículos referidos en artículos originales. Con el límite de fecha de publicación de 2003 a 2013 y al aplicar los criterios de exclusión, quedaron 40 artículos potenciales, los cuales se leyeron y se eliminaron 29 que no cumplieron con los criterios, por lo que quedaron 11 estudios para el análisis y evaluación en esta revisión (Fig. 1).

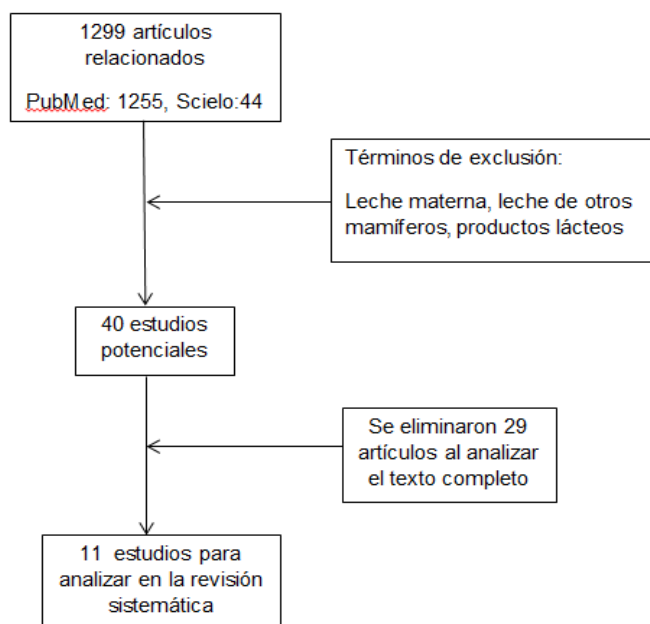


Fig. 1. Diagrama de flujo de la búsqueda electrónica y selección de artículos.

En esta revisión sistemática se analizaron 11 estudios de calidad microbiológica de leche cruda y pasteurizada, de diferentes países como Venezuela, India, Etiopía, Estados Unidos, Pakistán, Irán, República Checa, e Irlanda (Tabla I). En 11 estudios se analizó leche pasteurizada y en 8 leche cruda, los cuales se describen enseguida.

A. Descripción de los resultados de cada estudio.

Luigi et al. (2013), analizaron la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada en Venezuela. Evaluaron los microorganismos indicadores de calidad sanitaria según la metodología sugerida por las normas oficiales del país. Las bacterias que rebasaron los límites permisibles por la norma fueron los coliformes totales y coliformes termotolerantes. El 92% de las muestras cumplen con los límites de bacterias aerobias mesófilas, el 45% de las muestras están por encima de los límites permisibles para coliformes totales y el 72% rebasa los límites establecidos. En leche cruda 72.5% de las muestras están por encima de los límites para bacterias aeróbicas mesófilas, indicando condiciones higiénicas deficientes [20].

Agarwal et al. (2012), evaluaron el perfil microbiológico de la leche distribuida en la India, de vendedores locales, leche pasteurizada y leche ultra-pasteurizada. Se utilizó la metodología de hervir y almacenar los productos y determinar su perfil microbiológico antes y después. Así mismo se determinó su perfil microbiológico después de hervir y almacenar las muestras a temperatura ambiente y en refrigeración. Se aislaron coliformes, hongos y levaduras en todas las muestras de los vendedores locales así como en las muestras de leche pasteurizada. Se identificó *Staphylococcus aureus* en el 62% de las muestras de leche, *E. coli* en el 80%. *Salmonella* spp., *Shigella* spp. y *Listeria monocytogenes* no se aislaron en las muestras analizadas. Después de hervir la leche, la carga bacteriana se redujo, y se eliminaron bacterias tales como *E. coli* y *S. aureus*. Se recomienda hervir la leche cruda y pasteurizada antes de consumirse y refrigerarse para mantener una buena calidad microbiológica en ésta [21].

Tabla 1. Descripción de estudios sobre calidad microbiológica de la leche.

Referencia	Tipo de leche	Lugar de estudio	Descripción	Hallazgos principales
Luigi et al., 2013 [20] Venezuela	Leche cruda y pasteurizada	Expendios comerciales, receptoría de leche y finca productora de queso artesanal	100 muestras de leche pasteurizada. Recuentos de bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, termotolerantes, mohos y levaduras. 40 muestras de leche cruda, recuentos de bacterias aerobias mesófilas, prueba de tiempo de reducción de azul de metileno y presencia de <i>Samonella spp.</i>	Leche pasteurizada: El 92% cumplió con los límites para bacterias aerobias. El 45% excedió el límite de coliformes. Leche cruda: El 72.5% excedió los límites establecidos en recuentos de bacterias aerobias mesófilas.
Agarwal et al., 2012 [21] India	Cruda, pasteurizada y ultra-pasteurizada	Tiendas y vendedores locales	17 muestras de leche. Antes y después de hervir: cuenta en placa estándar, coliformes, <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , hongos y levaduras, conteo de esporas anaeróbicas y <i>Listeria monocytogenes</i> .	Después de hervir: Se redujo el número de cuenta en placa estándar en la leche de vendedores y no se detectaron bacterias en las demás muestras.
Garedew et al., 2012 [22] Etiopía	Cruda y pasteurizada	Plantas productoras de leche y supermercados	Se colectaron muestras de los puntos críticos de control desde producción hasta consumo, se utilizó el método estándar de cultivo bacteriológico y pruebas bioquímicas para aislar e identificar las bacterias patógenas.	Se identificaron 54 especies de bacterias, entre ellas <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> y <i>Klebsiella pneumoniae</i> .
Elizondo-Salazar et al., 2010 [23] EUA	Pasteurizada	Granjas lecheras	Se analizaron muestras pre y post-pasteurización, se examinaron conteo estándar en placa, cuenta de <i>staphylococco coagulasa</i> negativos, cuenta de no coliformes gram negativos, conteo de <i>Streptococcus agalactiae</i> y conteo de <i>Staphylococcus aureus</i> .	Los resultados indican que la pasteurización es efectiva al disminuir la carga bacteriana, sin embargo, se incrementaron los valores por el manejo que le dan a la leche después de la pasteurización.
Hassan, et al. 2009 [24] Pakistan	Ultrapasteurizada	Tienda local de autoservicio	Análisis fisicoquímico, microbiológico y sensorial, para valorar su vida de anaquel. Se analizaron 4 muestras de leche UHT durante 12 semanas	No hubo crecimiento de bacterias durante este tiempo.
Shojaei y Yadollahi, 2008 [25] Iran	Cruda, pasteurizada y ultrapasteurizada	Tiendas de autoservicio	Análisis fisicoquímico y microbiológico, con especial atención en <i>Escherichia coli</i> .	Los recuentos de <i>E. coli</i> superaron los límites de estándares internacionales.
Chatterjee et al, 2006 [26] India	Cruda y pasteurizada	Tiendas, vendedores de leche y sociedades lecheras	Análisis: reducción de azul de metileno, conteo estándar en placa para identificación de coliformes	El 60% de las muestras de leche cruda fueron de baja calidad, el 100% de leche pasteurizada fue de buena calidad.
Ayele et al., 2005 [27] República Checa	Cruda y Pasteurizada	Tiendas, supermercados y granjas lecheras	Detección de <i>Mycobacterium avium</i> subsp. <i>paratuberculosis</i> en heces fecales, leche cruda y leche pasteurizada. Prueba de fosfatasa, Extracción de ADN e IS900-PCR.	Cuatro de las 244 muestras de leche pasteurizada comercial dieron positivo a PCR. Granja A: 10 de 268 vacas dieron PCR-positivo Granja B: 66 de 175 vacas dieron PCR-positivo Granja C: todas las vacas dieron PCR-negativo
Fromm y Boor, 2004 [28] EUA	Cruda y pasteurizada	3 plantas lecheras	La muestra fue de 91 litros de leche en cada planta, por visita, 4 visitas en total. Análisis químico, microbiológico y organoléptico durante su vida de anaquel.	Los microorganismos predominantes identificados fueron Gram-positivos, <i>Microbacterium</i> , <i>Paenibacillus</i> y <i>Bacillus</i> .
O'Reilly et al., 2004 [29] Irlanda	Cruda y pasteurizada	Plantas de pasteurización	Se analizaron 389 muestras de leche cruda y 357 muestras de leche pasteurizada, estas se sometieron a dos pruebas para la detección de <i>M. paratuberculosis</i> : separación inmunomagnética-PCR y descontaminación química y cultivos.	En general el DNA de <i>M. paratuberculosis</i> fue detectado por IMS-PCR en 50 muestras de leche cruda y en 35 muestras de leche pasteurizada. No se aisló DNA <i>M paratuberculosis</i> viable.
Valbuena et al., 2004 [30] Venezuela	Pasteurizada	Panaderías y supermercados distribuidos en la ciudad de Maracaibo	Se realizaron pruebas de recuento de aerobios mesófilos, coliformes, termodúricos, psicrotrofos y eficiencia de pasteurización	Se obtuvo una elevada carga bacteriana, más del 99% de las muestras resultaron negativas a peroxidasa, indicando un sobrecalentamiento en el proceso térmico.

Garedew et al. (2012), llevaron a cabo una identificación de bacterias Gram-negativas en los puntos críticos de control de leche cruda y pasteurizada consumida en la ciudad de Gondar, se recolectaron muestras en los puntos críticos de control de la producción hasta el consumo, se practicaron cultivos bacteriológicos estándar y ensayos bioquímicos para aislar bacterias patógenas en las muestras de leche. Se identificaron 54 especies diferentes de bacterias, entre ellas *E. coli* (29.6%), *Ps. aeruginosa* (18.5%) y *K. pneumoniae* (16.6%), siendo estas las bacterias patógenas más recurrentes, sin embargo en las muestras de leche pasteurizada no se aislaron, aun teniendo diferente vida de anaquel. Se concluye que es necesario mantener un apropiado sistema sanitario e higiénico, así como medidas estrictas en cada punto crítico de control para salvaguardar a los consumidores de enfermedades causadas por bacterias patógenas [22].

Elizondo-Salazar et al., (2010), llevaron a cabo un estudio para evaluar los sistemas de pasteurización en 6 granjas lecheras en Pennsylvania, se recolectaron muestras dos veces por día durante 15 días. Se realizaron pruebas de cuenta en placa estándar, cuenta de *Staphylococcus coagulans*-negativo, coliformes, no coliformes Gram negativos, se buscó la presencia de *Streptococcus agalactiae* y *Staphylococcus aureus*. Antes de la pasteurización 68% de las muestras tuvo una cuenta en placa estándar de <200,000 ufc/ml y 39% de las muestras contenían <100,000 cfu/ml de coliformes. Después de la pasteurización, 96% de las muestras obtuvieron una cuenta en placa estándar de <20,000 ufc/ml y 92% de las muestras obtuvieron una cuenta de coliformes de <100 ufc/ml. Se comprueba que el proceso de pasteurización es efectivo para disminuir la carga microbiana, sin embargo la leche que se utiliza como alimento para los terneros tuvo un aumento significativo en la carga microbiana después de la pasteurización, por lo que se concluye que los instrumentos de transporte y alimentación de leche para alimento de ternero están contaminados [23].

Hassan et al. (2009), llevaron a cabo un análisis de 4 muestras de diferentes marcas de leche ultrapasteurizada, esto para valorar la vida de anaquel de los productos, se realizaron pruebas fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales durante 12 semanas para identificar la variación. Los resultados mostraron una disminución de pH a lo largo del tiempo, así como sedimentación de la grasa, indicando así la desnaturalización de las proteínas por falta de una buena homogeneización. No hubo crecimiento microbiano durante las 12 semanas, el análisis sensorial detectó un cambio significativo en ese tiempo. Todos estos factores afectan la vida de anaquel de los productos [24].

Shojaei y Yadollahi (2008), analizaron leche cruda, pasteurizada y ultrapasteurizada distribuida en la ciudad de Shahrekord, Irán, las cuales se sometieron a pruebas fisicoquímicas y microbiológicas, buscando la presencia de *E. coli*, debido a que su presencia indica contaminación fecal. Se recolectaron 81 muestras de las tres diferentes tipos de leche, los porcentajes de grasa fueron entre 2.6 y 2.8% para los tres tipos, el contenido de proteína en los tres fue similar entre 3.1 y 3.5% para todas las muestras, la acidez de la leche cruda no cumplió con el estándar internacional. La leche cruda y pasteurizada están por arriba los límites bacterianos establecidos en estándares mundiales, lo cual indica un mal manejo y procesamiento de este producto. Se hace necesario el control para reducir el riesgo de contaminación de leche en la ciudad [25].

Chatterjee, et al., (2006), llevaron a cabo un estudio para analizar la calidad de la leche distribuida en la ciudad de Tarakeswar, India. Se tomaron 10 muestras de leche cruda y 10 de leche pasteurizada, se analizaron por el método de cuenta en placa y reducción de azul de metileno. El 60% de las muestras de leche cruda resultaron de mala calidad, de las colonias bacterianas aisladas se identificó *E. coli*. El 100% de las muestras de leche pasteurizada fueron de buena calidad [26].

Ayele et al. (2005), evaluaron la presencia de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en leche pasteurizada comercializada en la República Checa en tres granjas de la región, en donde se buscó el microorganismo en las heces fecales de vacas, en leche cruda y pasteurizada. En el 1.6% de las leches pasteurizadas comercializadas se detectó el microorganismo, en la granja A se detectó el microorganismo en el 3.0% de las vacas, en la granja B se encontró en 12% y en la granja C no se detectó la infección. Se cree que la contaminación de la leche por este microorganismo es por contacto con heces fecales, sin embargo en el presente estudio una vaca resultó negativa a la presencia de *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* en las heces fecales y la leche ordeñada de esta resultó PCR-positivo. Lo que indica que una vaca infectada subclínicamente puede transmitir el organismo directamente a la leche sin haberla contaminado por contacto con heces fecales. Con estos resultados, se sugiere que se realice más investigación de este microorganismo dado que se sospecha que es el causante de la enfermedad de Chron, que es una condición inflamatoria crónica del intestino en los humanos [27].

Fromm y Boor (2004), llevaron a cabo una investigación en 3 plantas lecheras del estado de Nueva York, para identificar bacterias Gram-positivas las cuales están directamente relacionadas con el deterioro de la vida de anaquel de la leche. Se aplicaron pruebas químicas, microbiológicas y organolépticas en los días 1, 7, 14 y 17 después de procesadas las muestras, para identificar el deterioro de la leche durante su vida de anaquel. Las bacterias psicrótrofas Gram-positivas detectadas incluyeron *Paenibacillus* spp., *Bacillus* spp. y *Microbacterium* spp. Esto indica la necesidad de desarrollar estrategias para eliminar las bacterias contaminantes de la leche y así extender la vida de anaquel del producto [28].

O'Reilly et al. (2004), realizaron un estudio para determinar la incidencia de *Mycobacterium paratuberculosis* en leche cruda y leche pasteurizada comercializada en Irlanda. Se analizaron 389 muestras de leche cruda y 357 de leche pasteurizada, se sometieron las muestras a dos pruebas para *M. paratuberculosis*, separación inmunomagnética-PCR (IMS-PCR) para detectar la presencia de células, vivas o muertas; y descontaminación química y cultivo para confirmar la presencia de *M. paratuberculosis* viables. Se detectó DNA de *M. paratuberculosis* por IMS-PCR en 12% de las muestras de leche cruda y en 9% de las muestras de leche pasteurizada. El DNA se presenta ocasionalmente en bajos niveles en ambas leches cruda y pasteurizadas de vaca, no se detectó *M. paratuberculosis* viables en leche pasteurizada para comercializar, por lo que los procedimientos de pasteurización son considerados efectivos [29].

Valbuena et al., (2004), realizaron un estudio para evaluar la calidad microbiológica de las principales marcas de leche pasteurizadas distribuidas en Maracaibo, Venezuela. Se analizaron 216 muestras obtenidas en panaderías y supermercados de la ciudad. Se practicaron pruebas de recuento de aeróbios mesófilos, coliformes, termodúricos, psicrótrofos, pruebas para evaluar la eficiencia de la pasteurización, determinación de inhibidores, pH y acidez titulable. El 14.5% de las muestras están por arriba del límite establecido por la Comisión Venezolana de Normas Industriales en recuento de aeróbios mesófilos, el 50.93% de las muestras están por arriba de los límites establecidos por COVENIN en coliformes. Las muestras presentaron alta carga de termodúricos y psicrótrofos. Más del 99% de las muestras indicaron un marcado sobrecalentamiento en el procesamiento térmico, por lo que se concluye que las muestras fueron contaminadas con mucha frecuencia después de la pasteurización [30].

IV. DISCUSIÓN

En esta revisión sistemática se incluyeron 11 estudios en los cuales se determinó la calidad microbiológica de la leche. Los estudios se llevaron a cabo con producto de fincas productoras de leche, plantas pasteurizadoras, supermercados, mercados locales y vendedores de leche. En el 91% de los estudios se analizó la calidad microbiológica de la leche pasteurizada [20-23, 25-30], en el 27% se analizó leche ultrapasteurizada [21, 24-25], y en el 73% leche cruda [20-22,25-29]. El tamaño de muestra en los estudios fue desde 4 hasta 746 muestras. La determinación de *E. coli* y coliformes totales se realizaron en el 73% de los estudios [20-21, 23-26, 28 y 30], resultando positivo el 100% de las muestras analizadas. En el análisis de coliformes la norma COVENIN [31], establece que los valores máximos permisibles para esta prueba son 93 UFC/ml, en la norma Prevention of food adulteration [32] sólo se reporta presencia o ausencia de estos microorganismos, la FDA [33] indica que para leche pasteurizada el límite máximo para coliformes totales permisible es de <10 UFC/ml.

La cuenta en placa lo realizaron en 55% de los estudios [20-21, 23,25, 28 y 30] de estos tres se encontraron aceptables, mientras que los otros tres están por arriba de los límites permisibles por las normas correspondientes. Para el análisis de recuento estándar en placa la COVENIN [34] establece valores permisibles de <10 UFC/ml, en Prevention of Food Adulteration [32] es 30 000 UFC/g y la FDA [33] indica <10 UFC/ml.

En los estudios de Luigi et al. y Agarwal et al. [20-21] se hicieron pruebas para la detección de *Salmonella* spp., en ambos casos no hubo presencia de ella, acorde con lo que marcan las normas de la COVENIN [35] y de Prevention of food adulteration [32], donde ambas indican que esta bacteria debe estar ausente.

En el estudio de Valbuena et al. [30] analizaron Psicotrófos y termodúricos, la identificación de estas bacterias resultó negativa, dado que rebasan los límites permisibles. El análisis para hongos y levaduras se llevó a cabo en dos estudios Luigi et al y Agarwal et al [20-21], en el primero el número de levaduras fue mayor al permitido y en el segundo los hongos y levaduras rebasaron los límites establecidos por la norma. Para hongos y levaduras la norma de la COVENIN [36] permite 1×10^2 UFC/ml y la norma de Prevention of food adulteration únicamente marca ausencia o presencia de estos organismos.

En cuanto a otras bacterias identificadas, en el estudio de Garedew et al. [22] obtuvieron hallazgos de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Klebsiella pneumoniae* y EN EL ESTUDIO DE NOMBRE [28] de *Microbacterium*, *Paenibacillus* y *Bacillus* spp.

La calidad microbiológica varía dependiendo de cada país, el 27% de los estudios [24, 26, 29] cumplieron con los límites bacterianos establecidos por sus normas, y el 73% de los estudios [20-23, 25, 27-28 y 30] no cumplieron con las normas de su respectivo país. Esto marca una heterogeneidad en los valores permisibles para cada análisis en los diferentes estudios.

V. CONCLUSIÓN

Debido a que no existe una norma internacional que establezca el número de microorganismos permisibles en leche en la cual basarse, cada país tiene sus propias normas por lo que no es posible comparar la calidad de la leche con un solo valor aceptable. La calidad microbiológica de la leche determinada en los estudios de esta revisión sistemática en su mayoría no cumplieron con los límites establecidos por sus respectivas normas, indicando un alto riesgo de adquirir enfermedades de transmisión por alimentos. Se concluye que la leche fue contaminada después de ser pasteurizada por el mal manejo, almacenamiento, transporte y conservación del producto en anaquel.

REFERENCIAS

- [1] Chyea F, Abdullah A, Ayobb M K, Chye FY, et al. Bacteriological quality and safety of raw milk in Malaysia. *Food Microbiology*. 2004; 21:535–541.
- [2] Pereda J, Ferragut V, Quevedo JM, Guamis B, Trujillo AJ. Effects of Ultra-High Pressure Homogenization on Microbial and Physicochemical Shelf Life of Milk. *Journal of Dairy Science*. 2007;90:1081–1093.
- [3] Smigic N, Djekic I, Tomasevic I, Miocinovic J, Gvozdenovic R. Implication of food safety measures on microbiological quality of raw and pasteurized milk. *Food control*. 2001; 25:728-731.
- [4] Swai ES y Schoonman L. Microbial quality and associated health risks of raw milk marketed in the Tanga region of Tanzania. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2011; 217-222. [6] Falcón N, Ortega C, Gorniak S, Villa M, Ríos C. El problema de la resistencia a antibióticos en salud pública. *Revista La Salle*. 2010;1(1)75-88.
- [5] Khan M T G, Zinnah M A, Siddique M P, Rashid M H A, Islam M A y Choudhury K Physical and microbial qualities of raw milk collected from Bangladesh agricultural university dairy farm and the surrounding villages. *Bangladesh Journal Veterinary Medicine*. 2008;6(2):217–221.
- [6] Calderón A, Rodríguez V, Arrieta G, Martínez N, Vergara O. Calidad fisicoquímica y microbiológica de leches crudas en empresas ganaderas del sistema doble propósito en montería (Córdoba). *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*. 2012; 15(2): 399 – 407.
- [7] Araya V, Gallo L, Quesada C, Chaves C y Arias M L. Evaluación bacteriológica de la leche y queso de cabra distribuidos en el Área Metropolitana de San José, Costa Rica. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 2008; 58(2):182-186.
- [8] Calderón A, García F, Martínez G. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba*. 2006; 11(1):725-737.
- [9] Román S, Guerrero L, Pacheco L. Evaluación de la calidad fisicoquímica, higiénica y sanitaria de la leche cruda almacenada en frío. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 2003; 8(2): 146-152.
- [10] Carrillo B, González M, Schobitz R T, Molina L H, Brito C. Niveles de contaminación microbiológica en equipos de recepción y almacenamiento de leche, en centros de acopio de la provincia de Valdivia. *Agro Sur*. 2004; 32(2): 45-53.
- [11] Molineri A I, Signorini M L, Cuatrin A L, Canavesio V R, Neder V E, Russi N B, Bonazza J C, Calvino L F. Calidad bacteriológica y relación entre grupos bacterianos en leche de tanque de frío. *Revista FAVE - Ciencias Veterinarias*. 2009; 8(2): 75-86.
- [12] Bonfoh B, Roth C, Traore´ A N, Fane´ A, Simbe´ C F, Alfaroukh I O, Nicolet J, Farah Z, Zinsstag J. Effect of washing and disinfecting containers on the microbiological quality of fresh milk sold in Bamako (Mali). *Food Control*. 2006; 17; 153–161.
- [13] Freitas R, Nero L A, Carvalho F. Technical note: Enumeration of mesophilic aerobes in milk: Evaluation of standard official protocols and Petrifilm aerobic count plates. *Journal of Dairy Science*. 2009; 92:3069-3073.
- [14] Lues L F R, De Beer L H, Jacoby A, Jansen K E y Shale K. Microbial quality of milk, produced by small scale farmers in a peri-urban area in South Africa. *African Journal of Microbiology Research*. 2010; 4(17): 1823-1830.
- [15] D’Amico D J, Donnelly C W. Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: Effect of farm characteristics and practices. *Journal of dairy science*. 2010; 93(1): 134-147.
- [16] Da Silva Z N, Da Cunha A S, Lins M C, De Carneiro L A M, De F Almeida A C y Queiroz M L P. Isolation and serological identification of enteropathogenic *Escherichia coli* in pasteurized milk in Brazil. *Revista de Saúde Pública*. 2001; 35(4):375-9.
- [17] Donkor E S, Aning K G, y Quaye J. Bacterial contaminations of informally marketed raw milk in Ghana. *Ghana Medical Journal*. 2007; 41(2):58-61.

- [18] Elmoslemany A M, Keefe G P, Dohoo I R, Dingwell R T. Microbiological quality of bulk tank raw milk in Prince Edward Island dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 2009; 92(9): 4239-4248.
- [19] Tassew A y Seifu E. Microbial quality of raw cow's milk collected from farmers and dairy cooperatives in Bahir Dar Zuria and Mecha district, Ethiopia. *Agriculture and Biology Journal of North America*. 2011; 2(1): 29-33.
- [20] Luigi T, Rojas L, Valbuena O. Evaluación de la calidad higiénico-sanitaria de leche cruda y pasteurizada expendida en el estado Carabobo, Venezuela. *Salus*. 2013; 17(1): 35-50.
- [21] Agarwal A, Awasthi V, Dua A, Ganguly S, Garg V, Marwaha S. Microbiological Profile of Milk: Impact of Household Practices. *Indian Journal of Public Health*. 2012; 56(1): 88-94.
- [22] Garedeew L, Berhanu A, Mengesha D, Tsegay G. Identification of gram-negative bacteria from critical control points of raw and pasteurized cow milk consumed at Gondar town and its suburbs, Ethiopia. *BMC Public health*. 2012; 12:950-957..
- [23] Elizondo-Salazar JA, Jones CM, Heinrichs AJ. Evaluation of calf milk pasteurization systems on 6 Pennsylvania dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 2010; 93:5509-5513
- [24] Hassan A, Amjad I, Mahmood S. Microbiological and physicochemical analysis of different UGT milk available in a local market. *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. 2009; 2(3):434-447.
- [25] Shojaei ZA, Yadollahi A. Physicochemical and microbiological quality of raw, pasteurized and UHT milks in shops. *Asian Journal of Scientific Research*. 2008; 1:532-538..
- [26] Chatterjee SN, Bhattacharjee I, Chatterjee SK, Chandra G. Microbiological examination of milk in Tarakeswar, India with special reference to coliforms. *African Journal of Biotechnology*. 2006; 5(15):1383-1385.
- [27] Ayele W, Svastova P, Roubal P, Bartos M, Pavlik I. Mycobacterium avium subspecies paratuberculosis cultured from locally and commercially pasteurized cow's milk in the Czech Republic. *Applied and environmental microbiology*. 2005; 71(3):1210-1214.
- [28] Fromm H I, Boor K J, Characterization of pasteurized fluid milk shelf-life attributes. *Journal of food science*. 2004; 69(8):207-214.
- [29] O'Reilly C, O'Connor L, Anderson W, Harvey P, Grant I, Donaghy J, Rowe M, O'Mahony P. Surveillance of bulk raw and commercially pasteurized cows' milk from approved Irish liquid-milk pasteurization plants to determine the incidence of Mycobacterium paratuberculosis. *Applied and environmental microbiology*. 2008; 7(9): 5138-5144.
- [30] Valbuena E, Castro G, Lima K, Acosta W, Bríñez W, Tovar A. Calidad microbiológica de las principales marcas de leche pasteurizada distribuidas en la ciudad de Maracaibo, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 2004; XIV(1):55-67.
- [31] Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma Venezolana COVENIN: 1086. Alimentos. Métodos para el recuento de bacterias coliformes en placas de Petri. Caracas-Venezuela. Fondonorma. 1977.
- [32] The Prevention of Food Adulteration Act, 1954. Microbiological parameters for milk products. The prevention of food adulteration (third amendment) rules, 2009; 2010. p. 349-350.
- [33] [USFDA] US. Food and Drug Administration. 2001. Grade "A" pasteurized milk ordinance. Washington D.C.: U.S. Dept. of Health and Human Services Public Health Service. 290 p.
- [34] Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma Venezolana COVENIN: 902. Método para recuento de Microorganismos Aerobios en Placa de Petri. Caracas Venezuela. 1987.
- [35] Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma Venezolana COVENIN: 1291. Alimentos, Aislamiento e identificación de Salmonella. (Ira. Rev.). Caracas-Venezuela. Fondonorma, 2004.
- [36] Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Norma Venezolana COVENIN: 798. Leche Pasteurizada 2a revisión general. Caracas, Venezuela, 1994.