



Inocuidad y Trazabilidad en los alimentos mexicanos

EDITORAS:

Dra. Ofelia Yadira Lugo Melchor,
Dra. Claudia Alvarado Osuna,
M.C. Elsa Leticia Ramirez Cerda.



INOCUIDAD Y TRAZABILIDAD EN LOS ALIMENTOS MEXICANOS

Editoras

**Dra. Ofelia Yadira Lugo Melchor
Dra. Claudia Alvarado Osuna
M.C. Elsa Leticia Ramírez Cerda**

Primera Edición 2017

D.R. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C.
(CIATEJ).
Avenida Normalistas 800, Colonia, Colinas de la Normal 44270, Guadalajara, Jalisco
México

ISBN 978-607-97548-0-8

Editores: Ofelia Yadira Lugo Melchor, Claudia Alvarado Osuna, Elsa Leticia Ramírez Cerda
Diseño de portada: Jorge Valente García Hernández

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra – incluido el diseño tipográfico o de portada – sea cual fuere el medio electrónico o mecánico, sin el consentimiento por escrito de los editores.

Los recursos gráficos con que se ilustra la portada y contraportada son por cortesía de www.pixabay.com y www.freepik.com.

Producción y Manejo Inocuo de Leche y Productos de Leche en México

Chombo-Morales M. Patricia^{1*}, Ramírez-Cerda Elsa. L²

¹Unidad de Tecnología Alimentaria Camino al Arenero 1227, El Bajío del Arenal, Zapopan, Jal. ²Servicios Analíticos y Metrológicos, Av. Normalistas 800, Colinas de la Normal, Guadalajara, Jal. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. *Correspondencia: pchombo@ciatej.mx

Resumen

La leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias bajo; no debe contener sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes), y debe tener una composición y acidez normales. La calidad higiénica de la leche es un factor determinante en la inocuidad de los productos lácteos. Para lograrlo, se han de aplicar buenas prácticas de higiene y manejo a lo largo de toda la cadena láctea. Factores como la contaminación y el crecimiento de patógenos, los aditivos químicos, la contaminación ambiental y la descomposición de los nutrientes pueden tener impacto negativo en el producto y en la salud de los consumidores.

Introducción

La leche es la única sustancia que ha sido creada por la naturaleza para funcionar exclusivamente como alimento (Jay, 2000), así para el ser humano la leche materna es nutrimentalmente insustituible durante los primeros meses de vida; en cambio el papel de la leche de bovino y otras especies en la nutrición humana actualmente es objeto de debate, no obstante su composición se reconoce como fuente de valiosos nutrimentos como el calcio, el magnesio, el selenio, la riboflavina (vitamina B2), la vitamina (B12) y el ácido pantoténico (vitamina B5), además del balance de los macronutrientes como la grasa, el azúcar y las proteínas, las que en conjunto permiten el desarrollo del cuerpo humano, cuando la leche se incorpora a una dieta equilibrada (FAO, 2010).

Los derivados de la leche, particularmente los lácteos fermentados como el yogur y los quesos son igualmente nutritivos, en ocasiones son inclusive fuente de probióticos y compuestos bioactivos. Debido precisamente a la riqueza de su composición, su deterioro es inminente, son horas las necesarias para que la leche o el queso fresco pierdan su calidad o sean contaminados, sobre todo en los climas cálidos tanto tropicales como áridos y semiáridos, que predominan en nuestro país.

En la leche obtenida higiénicamente dominan las bacterias ácido-lácticas (BAL), en cambio en una leche de pobre calidad una gran diversidad de microorganismos deterioradores o patógenos como las enterobacterias, pueden desarrollarse rápidamente en la leche y sus derivados, lo que provoca que su deterioro se precipite, o peor aún que enfermen al consumidor (Bourdichon et al., 2012).

Para evitar los riesgos sanitarios en el consumo de los lácteos es fundamental que la producción y el manejo de la leche, desde la explotación lechera hasta las instalaciones de procesamiento, siga procedimientos de higiene. Es por ello que en los siguientes apartados se describirán los factores y las condiciones que se deben manejar para que la leche sea obtenida con un alto grado de calidad, para posteriormente describir los principales controles de proceso que se deben seguir para obtener productos también de alta calidad sanitaria. Debido a la gran diversidad de productos que se pueden desarrollar a partir de la leche, este capítulo sólo se enfocará a la leche bronca como materia prima y a los quesos como ejemplo de derivado lácteo. Para ello se abordará la diversidad microbiana del ambiente lácteo, enseguida se presentarán los sistemas de control, como los prerrequisitos el HACCP, para finalizar con la contribución del control de las operaciones que se deben de seguir en la producción de quesos.

Microbiología de la leche y derivados

Procedencia de los microorganismos asociados al ambiente lechero

El alto valor nutritivo de la leche, su contenido de agua y su medio casi neutro (pH= 6.6) la hacen un sustrato ideal para que una gran diversidad de microorganismos se desarrolle (Quigley et al., 2011), de hecho la calidad de la leche depende del tipo de microorganismos que ahí habitan. Los géneros que se han asociado al ambiente lácteo son: *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Microbacterium*, *Oerskovia*, *Propionibacterium*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Pseudomona*, *Bacillus*, *Listeria* y algunas especies de Enterobacterias (Jay, 2000). A ello se suman microorganismos según el tipo de producto y ambiente en el que se procesen, por ejemplo en el caso de los quesos se encuentran *Clostridiales*, *Lactobacillales*, *Enterobacteriales*, *Pseudomonales* y *Bacillales*; familias como, *Staphylococcaceae*, *Planococcaceae*, *Streptococcaceae*, *Clostridiaceae*, *Enterobacteriaceae* y *Pseudomonaceae*; finalmente el género *Exiguobacterium*, *Kurthia*, *Clostridia*, *Raoultella*, *Pseudomonas*, *Lactococcus*, *Staphylococcus* y *Enterobacteriaceae* las cuales también fueron diferentes entre muestra y muestra de queso (Lusk et al., 2012).

Dentro de todas las especies microbianas capaces de desarrollarse en un medio lácteo, las bacterias ácido-lácticas (BAL) constituyen en la actualidad el grupo de interés más investigado, su importancia radica en su aplicación en tecnologías para la producción de diversos productos lácteos fermentados como el yogur, el kéfir, las cremas ácidas y maduradas, algunos quesos frescos y los madurados. Las BAL pertenecen a una gran diversidad de familias: *Lactobacillaceae*, *Aerococcaceae*, *Carnobacteriaceae*, *Enterococcaceae*, *Leuconostocaceae* y *Streptococcaceae*. De ellas, varios géneros se han identificado en procesos lácteos, como *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Weisella*, *Leuconstoc*, *Oenococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Enterococcus*, *Carnobacterium*, *Aerococcus* y *Streptococcus*. Algunas especies de estos géneros se producen a escala industrial y se distribuyen liofilizados, por ejemplo cepas de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* son

utilizadas ampliamente en la producción de yogur. Cabe señalar que en México todos los cultivos lácticos comerciales se importan de países como Francia, Dinamarca, Italia y Estados Unidos. Varias especies como *Lactobacillus lactis ssp lactis*, el *Streptococcus thermophilus* son responsables de la fermentación de la leche en el proceso de obtención del yogur. En la actualidad la industria biotecnológica los produce a escala industrial. Otros tipos de microorganismos no contribuyen a la calidad, tampoco la perjudican ni son patógenos, pero su presencia en cantidades significativas es indicativo de malas prácticas de ordeña y/o procesamiento, como lo son algunas levaduras como la *Kluyveromisis lactis*.

Las fuentes de microorganismos de la leche cruda son de muy diversas orígenes para comenzar la salud del ganado, la cual debe ser óptima ya que cualquier infección que tenga el animal se extenderá a la leche, siendo algunas de extremo cuidado como la tuberculosis o la brucelosis; enseguida el mantenimiento de la ubre durante la ordeña cobra importancia, ya que su anatomía favorece el ensuciamiento así como el mismo tipo de ordeña ya sea manual o mecánica, esta última por ejemplo requerirá de un protocolo de limpieza y desinfección cuidadoso para evitar la formación de bio-películas de patógenos o de material orgánico a través de las tuberías por donde la leche pasa, que coadyuve a su contaminación, de igual manera en esta operación, al menos tres aspectos se deben considerar para obtener una leche de calidad microbiológica: 1) la ordeña debe ser rápida; 2) debe ser completa, es decir extraer toda la leche de la ubre y 3) debe realizarse de forma cuidadosa, evitar maltratar o lastimar la ubre. La destreza del ordeñador está ligada a la calidad de la leche extraída, de ahí que el oficio de ordeñador demanda meticulosidad en la higiene y gran acumulo de paciencia (Montel, 2014). Después de la ordeña, la calidad microbiológica de la leche después dependerá de la eficiencia en las prácticas de higiene y de limpieza de los contenedores y de las áreas donde se procesa la leche, también la facilidad de limpieza y desinfección de los materiales de los equipos y utensilios será determinante para lograr su eficiente lavado y desinfección; finalmente la pureza del aire y el tipo y frecuencia de las actividades humanas que rodea al ambiente lechero tendrán impacto en la diversidad y cantidad de las poblaciones microbianas que se desarrollan en la leche y de ahí en los productos derivados (Tabla 1).

Tabla 1. Fuentes de microorganismos de la leche cruda

Ganado.- Evitar incluir al proceso de acopio o de procesamiento leche de ganado enfermo, convaleciente o en tratamiento farmacológico.

Técnica de ordeña.- Considerar los requerimientos de higiene de la ordeña manual y de la ordeña mecánica.

Condiciones de limpieza de las áreas y equipo de ordeña. Evitar por ejemplo la cercanía a basureros, a criaderos de animales, a fábricas o tratamiento de efluentes, etc.

Condiciones de limpieza de las áreas de recolección, acopio y proceso.- Evitar por ejemplo la cercanía a basureros, a criaderos de animales, a fábricas o tratamiento de efluentes, etc.

Material de fabricación de los utensilios, los contenedores y equipo de proceso.- Plástico, madera, poroso, reutilizado, acero inoxidable, etc.

Pureza del aire.- Ambiente interior e interior de la sala de ordeña y de la planta, actividades circunvecinas, etc.

Presencia del hombre. Higiene del ordeñador, las condiciones de su ropa, de sus manos, de salud.

Fuente: Jay, 2000

La anatomía de la ubre nos permite entender dónde puede iniciar la contaminación de la leche. Para comenzar, el pezón tiene un canal hacia el exterior controlado por un esfínter que permite la salida de la leche durante la ordeña, ese canal es la fuente inicial de contaminación microbiana de la leche que desciende estéril a la parte baja de la ubre de un animal sano (Figura 1). Antes de ser extraída por la cría o por la máquina ordeñadora, diversas especies de Actinobacteria y Firmicutes (*Chlostridiaceae*, *Staphylococcaceae* principalmente y menos frecuentemente *Lactobacillaceae*, *Enterococcaceae*), seguidos de *Protobacteria* se han aislado de esta zona de la ubre. En cambio, la piel del exterior del pezón contribuye con *Staphylococcaceae*, *Coryneformbacterium* y *Enterococcaceae*, algunas de ellas son bacterias deterioradoras de los productos como las *Pseudomonas* sp. y bacterias ácido lácticas (BAL) ejemplo: *Lactococcus lactis* (Montel et al., 2014) (Tabla 2).

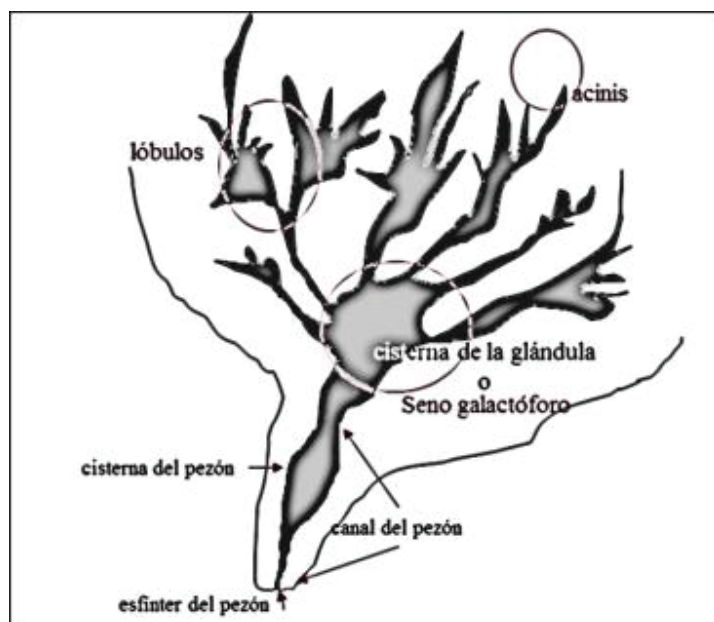


Figura 1. Esquema del corte transversal de un cuarto de una ubre bovina.

Tabla 2. Microorganismos asociados al ambiente lácteo.

Familias	Géneros	Especies
Pseudomonaceae	<i>Pseudomonas</i>	<i>aeruginosa, fluorescens, putida, fragi, maltophilia, cepacia, putrefaciens</i>
Enterobacteriaceae	<i>Brucella</i>	<i>abortus, melitenses</i>
	<i>Escherichia</i>	<i>coli</i>
	<i>Salmonella</i>	<i>dublin, tiphymurium</i>
	<i>Enterobacter</i>	<i>aerogenes, cloacae</i>
	<i>Yersinia</i>	<i>pestis, pseudotuberculosis, enterocolitica</i>
Vibrionaceae	<i>Aeromonas</i> <i>Flavobacterium</i> y <i>Chromobacterium</i>	
Neisseriaceae	<i>Neisseria</i>	
	<i>Branhamella</i>	
	<i>Moraxella</i>	
	<i>Acinetobacter</i>	
	<i>Paracoccus</i> y <i>Lampropedia</i>	
Micrococcaceae	<i>Micrococcus</i>	<i>luteus, varians</i>
	<i>Staphylococcus</i>	<i>aureus, epidermis saprophyticus</i>
Streptococcaceae	<i>Planococcus</i>	
	<i>Streptococcus</i>	<i>pyogenes, equisimilis, zooepidemicus,</i>

	<i>Leuconostoc</i>	<i>dysgalactiae, mesenteroides, dextranicum, lactis, paramesenteroides, cremoris, acidominimus, bovis, thermophilus, faecalis, uberis, cremoris lactis, lactis-subsp diacetylactis</i>
<i>Bacillaceae</i>	<i>Bacillus</i>	<i>cereus, subtilis, stearothermophilus, coagulans</i>
	<i>Clostridium</i>	<i>thermosaccharolitium, butyricum, byrobutyricum, sporogenes, jugurti</i>
<i>Lactobacillaceae</i>	<i>Lactobacillus</i>	<i>lactis, bulgaricus, helveticus, acidophilus, casei, plantarum, brevis curvatus, fermentum, monocytogenes</i>
<i>Coryneformes</i>	<i>Listeria</i> <i>Corynebacterium</i> <i>Arthrobacter</i> <i>Microbacterium</i>	<i>pyogenes, bovis,</i>
<i>Propionibacteriaceae</i>	<i>Propionibacterium</i>	<i>freundenreichii subsp shermanii</i>
<i>Mycobacteriaceae</i>	<i>Mycobacterium</i>	<i>tuberculosis, bovis,</i>

Otros

Campylobacter spp Actinomyces bovis, Nocardia rubropertincta, Coxiella burnetii Debaryomyces hansenii, Kluyveromyces fragilis, Kluyveromyces lactis, Sacharomyces cerevisiae, Candida lipolytica var. lipolytica, flavivirus, virus de la hepatitis, bacteriofagos de las bacterias lácticas.

Fuente: Robinson, 2000

Microorganismos zoonóticos del ganado lechero.

Género *Brucella*

La *Brucella abortis* produce abortos en ganado bovino e infecciones en el hombre, mientras que la especie *melitenses* es patógena para el ganado caprino y ovino incluyendo el ganado bovino y al hombre del ganado puede causar aborto. La brucelosis se transmite entre los animales por contacto con los tejidos y fluidos del ganado enfermo. El hombre también puede contraer esta enfermedad mediante el consumo de leche cruda y sus derivados sin pasteurizar. Cualquiera de los tres tipos de *Brucella* (*melitensis*, *abortus* y *suis*) puede provocar la enfermedad en el hombre, pero la *melitensis* es la más virulenta para el ser humano (SAGARPA, 2011). De acuerdo con los datos estimados por esta entidad, se calcula que en México la proporción de vacas no vacunadas que eliminan el agente infeccioso es del 15 al 35%, inclusive se estima que la cantidad de leche infectada por *Brucella* que llega a la industria es mayor que la que contiene bacilos tuberculosos.

Género *Mycobacterium*

El *Mycobacterium tuberculosis* afecta gravemente al hombre, aunque en menor grado al ganado bovino, caprino y ovino, pero el *M. bovis* afecta tanto al hombre como al ganado con un periodo de incubación de tres semanas. La leche cruda y los derivados sin pasteurizar provenientes de animales infectados son el vehículo más reconocido de esta enfermedad.

La Tuberculosis en México es considerada la causante del mayor número de defunciones por enfermedades infecciosas registradas. Aunque la tuberculosis meníngea y la pulmonar parecían haber decrecido en la década de los años 90, desde entonces otros tipos de manifestaciones de la tuberculosis se han incrementado, siendo las poblaciones rurales, indígenas e inmunocomprometidas las más afectadas en nuestro país. La Organización Mundial de la Salud (OMS) como un problema de Salud Pública reemergente (SINAVE/DGE/SALUD/Perfil Epidemiológico de la Tuberculosis en México, 2012).

Derivado de estas zoonosis, la leche cruda, sus derivados no pasteurizados y sus subproductos, son considerados muy peligrosos precisamente por la transmisión de estas enfermedades por animales infectados.

Microorganismos indicadores

Existen microorganismos que ponen de manifiesto deficiencias en la calidad microbiológica de un determinado alimento que son denominados indicadores. Por ejemplo, la presencia de bacterias del grupo coliformes en la leche pasteurizada, en número que exceda a un valor de referencia experimentalmente establecido, puede advertir de diversas deficiencias de este producto ocasionadas por:

- un tratamiento térmico insuficiente
- una contaminación posterior al tratamiento
- un almacenamiento del producto final a una temperatura demasiado elevada

Existe otro grupo cuya presencia en un alimento puede correlacionar la existencia simultánea de microorganismos patógenos ecológicamente relacionados. Así, por ejemplo, *E. coli* ha venido utilizándose como índice de posible presencia de patógenos de procedencia entérica (entre ellos, *Salmonella*) en alimentos.

Los grupos de microorganismos indicadores más frecuentes en leche y sus derivados son:

- Bacterias mesofílicas aerobias (BMA): En los productos perecederos como en el caso de la leche pasteurizada, pueden indicar condiciones inadecuadas de proceso relacionadas principalmente con la intensidad del tratamiento térmico (tiempo/temperatura). A menudo indican materias primas excesivamente contaminadas. Las condiciones durante el almacenamiento y el transporte en tanques refrigerados de la leche cruda hacen que la microbiota cambie de predominantemente de Gram-positivos a organismos Gram-negativos hasta un nivel que representan más del 90% de la población microbiana en la leche cruda fría almacenada. Por otro lado en otros derivados de la leche, como el queso, mantequilla o el yogur, la presencia de

BMA son posibles y hasta deseables si pertenecen a las familias de las bacterias ácido-lácticas (BAL). Por otra parte, los microorganismos que causan daño al consumidor (patógenos) y a los alimentos (deterioradores) no pueden diferenciarse de la flora nativa o propia y buena parte de ellos son BMA.

- Mohos y levaduras: Este grupo de microorganismos está regulado para todo tipo de leche, también en algunos tipos de queso porque pueden causar problemas tanto económicos como sensoriales. Los hongos que están presentes en la leche cruda no sobreviven la pasteurización; cuando se encuentran en la leche tratada térmicamente y otros productos lácteos su presencia puede ser ocasionada por contaminación cruzada durante la fabricación y prevalecer en el ambiente de la planta, en paredes y estantes de las cámaras de maduración, aire, equipos, agua, leche, salmuera y reaparecer periódicamente. Algunos hongos se les ha relacionado con aflatoxinas, sobre todo, si tienen contacto con productos almacenados en condiciones de humedad y temperatura inadecuadas. En el caso de las levaduras por sí mismas no son comúnmente la causa de defectos en los productos lácteos, a menos que fermenten la lactosa. En este caso, pueden crecer rápidamente y producir un sabor a levadura o con sabor a fruta característico y formación de gas. También producen metabolitos, por ejemplo, ácidos grasos de cadena corta y otros compuestos, con efectos tóxicos contra los microorganismos del tracto intestinal.
- Bacterias entéricas indicadoras como *E. coli*, coliformes y *Enterobacteriaceae*: *E.coli* tiene como hábitat natural el tracto intestinal de hombre y animales, por lo tanto se le relaciona como un indicador de contaminación fecal. *E. coli* es el indicador clásico de la posible presencia de patógenos entéricos en el agua y productos lácteos. En los alimentos que han recibido un tratamiento para garantizar su sanidad, la presencia de niveles considerables de *Enterobacteriaceae* o de coliformes indica: 1) Tratamiento inadecuado y/o contaminación posterior al tratamiento, más frecuentemente a partir de materias primas, equipos sucios o manejo no higiénico. 2) Multiplicación microbiana que pudiera haber permitido el crecimiento de toda la serie de microorganismos patógenos y toxigénicos.

La evaluación de la presencia de un número específico de microorganismos es por lo tanto una parte importante del control de calidad o de los planes de aseguramiento de calidad en las plantas industriales que puede ser aplicado a varias áreas como: materias primas, materiales intermedios, producto terminado, sitios específicos de equipos o medio ambiente. Tomando en consideración su aplicación, las instancias gubernamentales han definido criterios que permitan garantizar al consumidor la inocuidad y calidad de los productos. Dentro de la Normatividad Oficial Mexicana se describen límites de microorganismos indicadores para leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y otros derivados lácteos (Tablas 3 y 4) (NOM-243-SSA1-2010).

Tabla 3. Límites máximos de contenido microbiano para derivados lácteos.

Microorganismo	Límite máximo	Productos
Organismos Coliformes totales	≤100 UFC/g o mL	Helados y sorbetes. Quesos de suero
	≤50 UFC/g o mL	Bases o mezclas para helados.
	≤20 UFC/g o mL	En punto de venta: Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado; pasteurizados.
	≤10 UFC/g o mL	En planta: Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado; pasteurizados o deshidratados. Mantequilla, cremas, leche condensada azucarada, leche fermentada o acidificada, dulces a base de leche.
<i>Staphylococcus aureus</i>	≤10UFC/mL por siembra directa	Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado pasteurizado.
	≤100 UFC/g o mL	Mantequilla, cremas, leche condensada azucarada, leche fermentada o acidificada, dulces a base de leche. Quesos madurados y quesos procesados
	1000 UFC/g	Quesos frescos y quesos de suero
<i>Salmonella spp</i>	Ausente en 25g o mL	Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado: pasteurizados y deshidratados. Quesos frescos, madurados y procesados. Quesos de suero. Cremas, leche fermentada o acidificada, dulces a base de leche*, helados, sorbetes y bases para helados. Mantequillas.
<i>Escherichia coli</i>	100 UFC/g o mL	Quesos frescos.
	< 3 NMP/g o mL	Leche utilizada como materia prima para la elaboración de quesos. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado; deshidratados.
	< 10 NMP/g	Quesos madurados y procesados
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ausente en 25g o mL	Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado; pasteurizados ** Quesos. Quesos de suero. Helados, bases para helados y sorbetes.**.
Enterotoxina estafilococcica	Negativa	Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado; deshidratados y la que se emplee como materia prima para elaboración de quesos. Quesos frescos, madurados y procesados. Helados, sorbetes y bases para helados.

Mohos y levaduras	500 UFC/g o mL	Quesos frescos, madurados*** y quesos de suero.
	100 UFC/g o mL	Quesos procesados.
	50 UFC/g o mL	Bases o mezclas para helados.
Mesofílicos aerobios	200,000 UFC/g o mL	Helados y sorbetes.
	100,000 UFC/g o mL	Bases para helado.

* Para aquellos que contienen chocolate, cocoa, coco, huevo y semillas.

** Se determinará únicamente en situaciones de emergencia sanitaria

. *** Aquellos productos que para su maduración requieren de hongos, pudieran estar fuera de este límite.

Tabla 4. Especificaciones sanitarias para leche y derivados lácteos

Parámetro	Límite máximo	Productos
Inhibidores bacterianos (Derivados Clorados, Sales cuaternarias de amonio, Oxidantes, Formaldehído, Antibióticos)	Negativo	Leche pasteurizada
	Negativo	Leche ultrapasteurizada
	Negativo	Leche esterilizada
Fosfatasa residual	4 UF/g	Leche, fórmula láctea o producto lácteo combinado pasteurizado
	12 UF/g	Quesos frescos, madurados y procesados
	4 UF/g	Quesos de suero
	4 UF/g	Helados de crema, de leche o grasa vegetal, sorbetes y bases o mezclas para helados
	4 UF/g	Mantequilla y cremas pasteurizada**
Materia extraña	Ausente	Leche y productos lácteos
Aflatoxina M1	0.5 µg/L	Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado
Plomo	0.1 mg/kg	Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado
	0.5 mg/kg	Quesos
Arsénico	0.1 mg/kg	Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado, quesos
Mercurio	0.05 mg/kg	Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado

Vitamina A de forma natural o por restauración	310 a 670 µg equivalentes de retinol/L (1033 a 2233 UI/L)	Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado
Vitamina D3	5 a 7,5 µg/L (200-300 UI/L) (200-300 UI/L)	Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado
Humedad	≤ 4 %	Productos deshidratados, cremas deshidratadas
Acidez titulable expresada como ácido láctico	≤ 0.5 %	Leche fermentada o acidificada
pH	≤ 4.5	Leche fermentada o acidificada

* No aplica para este tipo de productos ultrapasteurizados, esterilizados y deshidratados.

** No aplica para leche condensada azucarada, leche fermentada o acidificada y dulces a base de leche

Estándares de calidad

El sector lechero al igual que todos los sectores relacionados con la alimentación, está sujeto a ordenamientos oficiales tanto de tipo sanitario como comercial, los cuales ejercen una regulación y control directo sobre los productos y procesos productivos, sin embargo, estos requerimientos no son los únicos que deben considerarse, ya que existen otras disposiciones que establecen los requisitos en cuestiones de seguridad e higiene de los trabajadores y cuidados al medio ambiente.

En México existen dos agencias principales encargadas de la inocuidad de los alimentos frescos y procesados: la Secretaría de Salud (SSA), a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) y la SAGARPA que se encarga de los aspectos de inocuidad a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Sin embargo, a pesar de que el objetivo de estos organismos sea reducir los riesgos de contaminación a lo largo de todas las etapas de la producción de alimentos, también está en las manos de los fabricantes fortalecer el sistema de abastecimiento alimentario.

De esta forma las empresas buscan dar valor agregado a sus productos haciendo mención de reconocimientos otorgados por organismos de tercera parte sobre el cumplimiento de especificaciones. Al disponer de alimentos de diversos orígenes, calidad y precio el consumidor puede tomar una mejor decisión de compra cuando se conocen las características del producto como su valor nutricional o si cuenta con alguna certificación de calidad o inocuidad del proceso, materias primas o producto. Por otro lado las empresas exportadoras deben cumplir con la normativa del país al cual se dirige el producto.

En la Tabla 5, se describen las claves de las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas que consideran requisitos sanitarios, nutrimentales, de calidad e información comercial, aplicables a leche y productos lácteos.

Tabla 5. Normas vigentes en México aplicables a leche y productos de leche.

Productos descritos en el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios	Normas Oficiales Mexicanas	Normas Mexicanas
Crema	NOM-243-SSA1-2010 NOM-251-SSA1-2009 NOM-051-SCFI/SSA1-2010 NOM-193-SCFI-2014	NMX-F-731-COFOCALEC-2009
Dulces de leche	NOM-243-SSA1-2010 NOM-251-SSA1-2009 NOM-051-SCFI/SSA1-2010	NMX-F-709-COFOCALEC-2011 NMX-F-743-COFOCALEC-2011
Grasa butírica	NOM-243-SSA1-2010 NOM-251-SSA1-2009 NOM-051-SCFI/SSA1-2010	NMX-F-727-COFOCALEC-2013
Helados y bases para helados	NOM-243-SSA1-2010 NOM-251-SSA1-2009 NOM-051-SCFI/SSA1-2010	NMX-F-714-COFOCALEC-2012
Jocoque	NOM-243-SSA1-2010 NOM-251-SSA1-2009 NOM-051-SCFI/SSA1-2010	NMX-F-703-COFOCALEC-2012
Leche acidificada	NOM-243-SSA1-2010	NMX-F-703-COFOCALEC-2012
Leche condensada azucarada	NOM-251-SSA1-2009	
Leche cultivada o fermentada	NOM-051-SCFI/SSA1-2010	
Leche deshidratada,	NOM-155-SCFI-2012	
Leche evaporada	NOM-181-SCFI-2010	
Leche pasteurizada y ultrapasteurizada		
Leche combinada		
Leche recombinada		
Leche reconstituida		
Leche rehidratada		
Mantequilla	NOM-243-SSA1-2010 NOM-251-SSA1-2009 NOM-051-SCFI/SSA1-2010	NMX-F-729-COFOCALEC-2013
Queso	NOM-243-SSA1-2010 NOM-251-SSA1-2009 NOM-051-SCFI/SSA1-2010	NMX-F-713-COFOCALEC-2014 NMX-F-733-COFOCALEC-2010 NMX-F-735-COFOCALEC-2011 NMX-F-738-COFOCALEC-2011 NMX-F-742-COFOCALEC-2012 NMX-F-745-COFOCALEC-2011 NMX-F-746-COFOCALEC-2013 NMX-F-749-COFOCALEC-2014
Producto lácteo y producto lácteo combinado	NOM-243-SSA1-2010 NOM-251-SSA1-2009	NMX-F-703-COFOCALEC-2012

	NOM-051-SCFI/SSA1-2010	
	NOM-183-SCFI-2012	
Caseína de grado alimentario o caseinatos de grado alimentario	NOM-243-SSA1-2010	NMX-F-723-COFOCALEC-2013
Yogur, Yogurt o Yoghurt	NOM-251-SSA1-2009	
	NOM-243-SSA1-2010	NMX-F-703-COFOCALEC-2012
	NOM-251-SSA1-2009	
	NOM-051-SCFI/SSA1-2010	
Suero	NOM-181-SCFI-2010	
	NOM-243-SSA1-2010	NMX-F-721-COFOCALEC-2012
	NOM-251-SSA1-2009	
Producto lácteo y producto lácteo combinado	NOM-243-SSA1-2010	
	NOM-251-SSA1-2009	
	NOM-051-SCFI/SSA1-2010	
Mezcla de leche con grasa vegetal	NOM-183-SCFI-2012	
	NOM-243-SSA1-2010	
	NOM-251-SSA1-2009	
	NOM-051-SCFI/SSA1-2010	
Leche cruda o bronca	NOM-190-SCFI-2012	
	NOM-243-SSA1-2010	NMX-F-730-COFOCALEC-2008
		NMX-F-700-COFOCALEC-2012
		NMX-F-728-COFOCALEC-2007
Requesón	NOM-243-SSA1-2010	NMX-F-713-COFOCALEC-2005
	NOM-251-SSA1-2009	
	NOM-051-SCFI/SSA1-2010	

NOTA – Para mayor información sobre los documentos normativos, puede consultarse el catálogo de normas de la Secretaría de Economía (www.economia.gob.mx) o para normas mexicanas en el Consejo para fomento lechero (www.cofocalec.org.mx).

Tecnologías para el control sanitario de la leche y de sus derivados

La diversidad de la microbiota de la leche depende del grado de higiene durante la ordeña, la limpieza y tipo de equipo de ordeño y factores tecnológicos como el tiempo y temperatura de enfriamiento de la leche antes de procesarse, la temperatura de sostenimiento durante la pasteurización (si esta fue efectuada), y del manejo posterior al tratamiento térmico, así como de la higiene de los envases. Otra fuente de contaminación que ha cobrado importancia en los últimos años son las biopelículas, que son capas formadas de microorganismos y desecho orgánicos que se depositan en los utensilios, tuberías, paredes de los equipos, etc., independientemente del material del que estén hechas (acero inoxidable, de madera, de plástico, de vidrio, de silicón, etc.) y como resultado de las prácticas y materiales de limpieza (Detæe, 2009).

Algunas películas pueden reservar las especies que favorecen un proceso fermentativo o de maduración de un queso, no obstante en la mayoría de las ocasiones son consideradas riesgos sanitarios y su eliminación es un problema

biológico y técnico complejo, sobre todo cuando la película se compone de estratos de microorganismos patógenos.

De esta maneja las tecnologías aplicables a la reducción de los riesgos sanitarios son además de las de procesamiento que permite la reducción o eliminación de microorganismos, están las tecnologías de limpieza y desinfección de equipos, utensilios, superficies, cámaras de maduración, ambientes de proceso y las tecnologías de empaque, que incluye las atmosferas controladas, la inocuidad y funcionalidad de los materiales de empaque y los procesos de sellado y etiquetado, entre otros más.

Enfriamiento

La mayoría de los países enfrían la leche antes de colectarla y procesarla. En el mercado mexicano de leche fluida el enfriamiento de la leche se ha extendido para poder comercializarse, a partir de los años 90 del siglo pasado. El sistema de enfriamiento se realiza en tanques individuales de un productor particular o en tanques colectivos, donde varios productores entregan su leche. Una vez dentro del tanque, sistemas de serpentines con medio enfriador dispuestos en el interior del tanque, bajan la temperatura de la leche hasta 7- 5°C. El enfriamiento de la leche permite que sea recogida y transportada a la planta procesadora en un margen de 2 a 6 días.

Si bien la introducción de los sistemas de enfriamiento controló las cuentas estándar de microorganismos, dentro de ellos las enterobacterias, también derivó en la proliferación de microorganismos psicrófilicos, resistentes al enfriamiento, de los géneros *Pseudomonas*, *Acinobacter*, *Falvobacterium*, *Aerobacter*, *Alcalígenes*, *Bacillus* y *Arthrobacter*. Algunos de ellos presentan alta actividad proteolítica y lipolítica, esta característica tiene un efecto adverso en la calidad sensorial de leches ultrapasteurizadas y también en los quesos. Por otra parte, los microorganismos se desarrollarán en la leche dependiendo de las condiciones ambientales de la unidad de producción y de la higiene con la que haya sido obtenida, trasladada y conservada (Robinson, 2000).

Pasteurización.

La pasterización es un proceso térmico convencional que buscan conservar la leche y evitar que microorganismos patógenos, su fundamento es la relación inversa de las condiciones temperatura/tiempo aplicado a la leche, a mayor temperatura el tratamiento se aplicará en menor tiempo, y viceversa; cualquiera que sea la combinación debe garantizar la eliminación del bacilo de la tuberculosis (*Mycobacterium*), con base en la muerte térmica. Todo tratamiento térmico tiene efecto en la físico-química de los componentes de la leche, también tiene efecto diferenciador en la microbiota original. En la Tabla 6 se presentan las condiciones del tratamiento térmico de la leche destinada la producción de diferentes productos lácteos.

Normalmente, en planta procesadora se establecen las condiciones de que logren ambos objetivos: la eliminación de los patógenos con el mínimo de daño a los componentes de la leche. Esto implica que salvo la esterilización de la leche, el resto de los productos tiene una vida de anaquel relacionada con la intensidad del tratamiento térmico y la calidad sanitaria de la materia prima (Leche bronca).

Tabla 6. Tratamientos térmicos para leche destinada a diferentes productos lácteos.

Producto final	Tratamiento	Condiciones
Leche pasteurizada	HTST	72°C/15 s
Leche ultrapasteurizada	UHT	132°C/2s
Leche en polvo	Pre calentamiento	88°C/3min
	Secado por aspersion	250-300°C
Queso	LT/LT	63- 65°C/30min
	HTST	70°C 15-20s
Mantequilla	Calentamiento	95°C 15-20s
	Enfriamiento	60-65°C
Crema	Calentamiento	95°C/15-20s
	Enfriamiento	20°C luego 7-8°C

Tratamientos complementarios, alternativos y emergentes.

Varios tecnologías se han desarrollado para eliminar los microorganismos patógenos y evitar la proliferación de otros organismos que perjudiquen la calidad de la leche se aplican en otros países y están regularizado, en México hay que aplicar la normatividad correspondiente.

Altas Presiones hidrostáticas (APH)

Las primeras aplicaciones de la tecnología de altas presiones datan de finales del siglo XIX y principios del XX, cuando se demostró que la vida útil de la leche y otros alimentos se extendía al someterlos a alta presión. Sin embargo la tecnología se comercializó en 1991 en conservas de dulce, en Japón. Actualmente, varios otros alimentos se conservan con altas presiones (pasta de aguacate, arroz, jugos de frutas, entre otros), mientras que los países como EEUU, España, Francia y Japón son los que llevan la vanguardia tanto en la investigación como en la puesta en el mercado de productos procesados con esta tecnología.

Las presiones a las que se someten los alimentos por esta tecnología can del rango de 100 a 1000 MPa durante un tiempo dado, aunque las presiones utilizadas en los sistemas comerciales comúnmente oscilan entre 400 y 600 MPa. El Procesamiento de los alimentos por altas presión se considera una tecnología no térmica. En la actualidad estas tecnologías están consideradas emergentes porque buscan sustituir las que conserva los alimentos de manera térmica, debido al daño que el calor ocasiona a los nutrientes y componentes que dan vida los tributos sensoriales de los alimentos. No todos los al alimentos se pueden procesar por altas presiones,

pero se pretende sacar ventaja de la inactivación microbiana y la desnaturalización enzimática que conlleva su aplicación. Algunas ventajas sobre la calidad de los alimentos tratados por APH son que los productos demuestran una mejor retención de nutrientes, sabor, y color que los productos tratados térmicamente.

Las investigaciones continúan para su mejor aplicación. En la Tabla 7 se puede encontrar un concentrado de los efectos que han reportado varios investigadores sobre de los componentes de la leche y otros productos, además del efecto que diferentes tratamientos ha tenido sobre del control de la viabilidad de microorganismos de interés.

Tabla 7. Investigaciones sobre efecto de la tecnología de APH en productos lácteos.

Componente	Tipo de producto	Condiciones de APH	Efectos
Micelas de caseína	Leche descremada	250 MPa	Los tamaños observados fueron dependientes de la temperatura de tratamiento (160 y 185 nm a 4 y 20 ° C, respectivamente
		400 y 600 MPa	Produjeron tamaños mínimos (~ 100 nm)
	Leche sin tratar	250 MPa	Eran más gruesa y tenía grandes espacios intersticiales
		400MPa y 600 MPa	
Leche descremada de cabra	300 y 350 MPa		El tamaño disminuyó con el aumento de la presión, excepto cuando la temperatura del tratamiento fue de 45 ° C
		(400-500 MPa)	Tamaños más pequeños que no fueron afectadas por la temperatura
Proteínas de suero	β -lactoglobulina	> 100 MPa	Se desnaturaliza
	α -lactalbúmina y albúmina de suero bovino	\leq 400 MPa / 60 min a temperatura ambiente.	No se desnaturaliza

	α -lactalbúmina	300 MPa, 50 a 60 °C. 400 MPa, 60 °C	Se desnaturaliza
Glóbulos de grasa	Leche de oveja	100 a 500 MPa durante 10 y 30 minutos a 4, 25, y 50 ° C	La presurización a 25 y 50 ° C causó un ligero aumento en el número de glóbulos de grasa de leche; una disminución de los glóbulos de grasa entre 2 y 10 minutos; mientras que a 4°C una tendencia opuesta fue observada. Este efecto fue más notable en 200 y 300 MPa, lo que sugiere que podría haber un efecto endurecimiento a 400 y 500 MPa en la membrana del glóbulo de grasa de la leche que no permitía la coalescencia o la fisión de los glóbulos.
	Leche	200, 400 o 600 MPa durante 0-60 minutos.	No hubo cambios significativos en la grasa de la leche
Inactivación microbiana	Esporas microbianas	Presión de 1200 MPa.	Resisten presiones
	Bacterias aerobias en la leche	14.03, 9.00, y 3.04 mins a 300, 400, y 600 MPa, respectivamente	14.03 min a 300 MPa fue considerablemente más bajo
	Leche de oveja	Presión de ; 250 MPa 300 MPa	<i>Pseudomonas fluorescens</i> fue más sensible que <i>E. coli</i> en condiciones analizadas
	Virus	≤ 450 MPa	Reduce hasta 7 ciclos de registro

Maduración de maduración	Queso Cheddar	0,1 - 300 MPa durante 3 días a 25 ° C	El producto fue similar al queso comercial de seis meses de edad.
--------------------------	---------------	---------------------------------------	---

Luz ultravioleta

El uso de luz ultravioleta está orientado a reducir bacterias, hongos y levaduras de espacios o ambientes lácteos. Por ejemplo, se utiliza para irradiar campanas de siembra de cultivos; proteger las entradas de aire a laboratorios, cámaras de maduración y áreas de proceso de plantas fermentadoras; para limpiar los espacios libres de tanques de almacenamiento de jarabes, néctares y para irradiar materiales de envase antes de envasar.

Su manejo es delicado y la exposición del personal a las radiaciones debe estar controlado.

H₂O₂

Como potente agente oxidante, este compuesto se utiliza como bactericida eficaz en los espacios libres de los empaques tetrapack, no se utiliza directamente en la leche porque afecta sus propiedades sensoriales y pueden inhibir el crecimiento del cultivo iniciador, generando pérdidas en la industria quesera y de yogur y productos fermentados. En México está prohibido su uso. En la leche bronca es considerado un adulterante.

Sistemas de gestión de inocuidad alimentaria: HACCP

Los sistemas de gestión de inocuidad alimentaria en la industria han sido diseñados y establecidos en las últimas cuatro décadas con varias actualizaciones; por lo regular incluyen actividades de control y de aseguramiento. Las actividades de control tienen el propósito de reducir o controlar de peligros y están típicamente relacionados con el producto y control del proceso. La industria lechera desde sus inicios vio la necesidad de establecer controles rigurosos en el proceso y algunos de estos sistemas le permiten actuar de manera proactiva mediante la identificación de peligros físicos, químicos o biológicos por lo tanto, la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de Control (HACCP por sus siglas en inglés) es una alternativa para garantizar que los productos lácteos al ser alimentos listos para consumo sean seguros para todos los grupos que regularmente los consumen (niños, adultos, ancianos). Es un método sistemático, preventivo y basado en la ciencia en el cual se deben identificar los riesgos y su manejo.

Las medidas preventivas son conocidas como programas pre-requisitos e incluyen: limpieza y desinfección, control de temperatura del ambiente de producción, higiene de los trabajadores, etc. Disponer de una secuencia ordenada del proceso favorece el control de la contaminación y de presencia de microorganismos. La intervención en el proceso está más enfocada en la reducción o eliminación de contaminación

por ejemplo por tratamiento térmico. Por el contrario las actividades de aseguramiento en un sistema de administración de la inocuidad tienen el objetivo de proporcionar evidencia objetiva que los productos y procesos están dentro de especificaciones. Entre sus actividades incluyen el muestreo, validación, verificación, documentación.

Los sistemas de calidad y el HACCP tienen un enfoque preventivo y de control contribuyendo a su reducción. Varios peligros comunes en estos productos se muestran en la Tabla 8. La mayoría de los peligros potenciales identificados son microbiológicos. Por lo tanto, los tratamientos de temperatura (p. ej. pasteurización, ultra alta temperatura) o control de la temperatura (refrigeración, congelación) son consideradas críticas para la inocuidad del producto y una mayor vida útil. La pasteurización ha demostrado ser un punto crítico de control (PCC) para las zoonosis clásicas por ejemplo las ocasionadas por *Brucella*, así como nuevos patógenos alimentarios. Las técnicas de filtración se utilizan conjuntamente con la pasteurización y permiten reducir aún más cuentas por bacterias en el producto final por ejemplo, leche pasteurizada.

Los peligros microbiológicos post-pasteurización pueden darse por la contaminación cruzada y generalmente se controlan aplicando estrictas normas de limpieza y desinfección como requisito previo del programa, mientras que la correcta acidificación, salado y uso de salmuera aseguran, especialmente en la fabricación de queso, la proliferación de la microflora deseada (Papademas y Bintsis 2010).

Los contaminantes químicos de la leche constituyen peligros que pueden introducirse durante la producción de leche, procesamiento de lácteos o empaque. Si bien los metales pesados, radionuclidos, micotoxinas y pesticidas pudieran encontrarse a nivel de trazas en la alimentación animal y generar algunos residuos en leche, no son los principales agentes de riesgo que pudieran estar presentes en este producto. Entre los más polémicos se encuentran los antimicrobianos, como los antibióticos, los cuales son esenciales para tratar las infecciones causadas por las bacterias. Sin embargo, su utilización excesiva o errónea en la medicina veterinaria se ha vinculado a la aparición y propagación de bacterias resistentes, que hacen que los tratamientos de enfermedades infecciosas en los animales y en el hombre dejen de ser eficaces, estos pueden ser frecuentes en el ganado lechero (Chandan et al. 2008).

En lo que respecta a la presencia de residuos de plaguicidas organoclorados en la leche es un tema que sigue siendo vigilado sobre todo en los países en vía de desarrollo, a diferencia de países desarrollados en los cuales ha disminuido considerablemente el uso de dichos compuestos (Baranowska et al., 2005). Estos han sido sustituidos por otras categorías de compuestos con menor persistencia. Los organoclorados se almacenan principalmente en tejidos ricos en grasa y se transportan a través de las grasas y de las lipoproteínas circulantes del organismo, de ahí la importancia de su vigilancia en la leche. En México estos compuestos representados por el diclorodifenil-tricloroetano (DDT) y el hexaclorociclohexano (HCH) fueron ampliamente utilizados para actividades agrícolas y para el control de

vectores de enfermedades como el paludismo. A partir del año 2000 algunos de ellos entraron en la categoría de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) en el marco del Convenio de Estocolmo suscrito por México, se controló su uso y algunos de ellos fueron prohibidos.

Tabla 8. Peligros biológicos, físicos y químicos asociados comúnmente a productos lácteos

Leche fluida	Quesos	Helados	Leche en polvo	Productos condensados	
Biológicos <i>Salmonella</i> <i>L. monocytogenes</i> <i>S. aureus</i> <i>S. enterotoxin</i> <i>C. perfringens</i> <i>E. coli</i> <i>Yersinia</i> <i>Campylobacter</i> <i>B.cereus</i> <i>Shigella</i> <i>Brucella</i>	Químicos Antibióticos Pesticidas Sulfonamidas Físicos Insectos Tierra Vidrio Fragmentos de metal Astillas de madera	Biológicos <i>Salmonella</i> <i>L.monocytogenes</i> <i>S.aureus</i> <i>S.enterotoxin</i> <i>E.coli</i> <i>Campylobacter</i> <i>Shigella</i> <i>Brucella</i> <i>C.botulinum</i> Químicos Aflatoxinas, nitratos, nitritos	Biológicos <i>Salmonella</i> Esporas de hongos <i>L.monocytogenes</i> <i>E.coli</i> <i>S.aureus</i> Químicos Vapores químicos de no alimentos	Biológicos <i>Salmonella</i> <i>L.monocytogenes</i> <i>S.aureus</i> <i>S.enterotoxin</i> <i>E.coli</i> <i>C.botulinum</i> <i>C.perfringens</i> Químicos Sulfonamidas Antibióticos Pesticidas	Biológicos <i>Salmonella</i> <i>L.monocytogenes</i> <i>S.aureus</i> <i>S.enterotoxin</i> <i>C.perfringens</i> <i>Yersinia</i> <i>Campylobacter</i> <i>B.cereus</i> <i>Shigella</i> <i>Brucella</i> Químicos Antibióticos Pesticidas

Yaman and Gulsunoglu, 2012

Entre 2006 y 2007 Schettino y *col* realizaron un muestreo quincenal durante seis meses, para dos marcas comerciales de leche pasteurizada orgánica y dos marcas comerciales de leche pasteurizada convencional en la Ciudad de México. Los valores encontrados para leche pasteurizada orgánica fueron los siguientes respectivamente: ($\alpha + \beta$) HCH: 0.134 $\mu\text{g/g}$, 1.34, 83.3 %, Lindano, 0.010 $\mu\text{g/g}$, 0.05,

16.6 %. Para leche pasteurizada convencional los resultados fueron: ($\alpha + \beta$) HCH: 0.2836 $\mu\text{g/g}$, 2.84, 75 %, Lindano: 0.046 $\mu\text{g/g}$, 0.23, 21 %, DDT (isómeros) 0.065 $\mu\text{g/g}$, 0.052, 62.5 %. Se observó que los valores promedio de ($\alpha + \beta$) HCH para ambos tipos de leche sobrepasaron los límites permisibles. Los valores promedio de plaguicidas organoclorados fueron más altos para la leche pasteurizada convencional que para la leche orgánica.

Conclusiones

Debido a la vulnerabilidad sanitaria de la leche y sus derivados, la industria lechera es muy susceptible de incidentes que afectan la calidad e inocuidad de sus productos, es muy fácil que no se cumpla con las normas sanitarias y comerciales establecidas. Por lo que es necesario que no se escatimen esfuerzos para lograr el control de las etapas que afectan las características de calidad del producto y el proceso de producción, que por un lado tienen una asociación directa con la preocupación del consumidor, derivado de ello lo más importante es que la industria lechera avance en su organización hasta lograr implementar los sistemas de gestión que garanticen la inocuidad de los productos.

Bibliografía.

- Baranowska I, Barchańska H, Pyrsz A. 2005. Distribution of pesticides and heavy metals in trophic chain *Chemosphere*. 60, 1590-1599
- Chandan Ramesh and Arun Kilara. 2013. Dairy Processing and Quality Assurance. Wiley Blackwell. Second edition
- FAO, 2010. Leche y Productos lácteos. Organización mundial de la salud. Segunda edición.
- Godič Torkar K. and Slavica. 2008. The microbiological quality of raw milk after introducing the two day's milk collecting system. *Acta agriculturae Slovenica*, 1, 61-74
- Jay, J. M. 2000. Microbiología moderna de los alimentos. 3ed Acribia. Zaragoza, España.
- Martínez López, & et al. 2011 Mejora continua de la calidad higiénico-sanitaria de la leche de vaca. Manual de capacitación INIFAP México.
- Mrema E.J, & et al. 2013. Persistent organochlorinated pesticides and mechanisms of their toxicity. *Toxicology* 307, 74-88.
- Papademas, P. and Bintis. 2010. Food safety management systems (FSMS) in industry: a review. *International Journal of Dairy Technology* 63, 489-503
- Quigley L., & et al. 2011. Review. Molecular approaches to analyzing the microbial composition of raw milk and raw milk cheeses. *International Journal of Food Microbiology*, 150, 81-94
- Robinson R. K. 2000. Microbiología Lactológica Volumen I Microbiología de la Leche Ed. Acribia. Zaragoza.
- Schettino B., & et al. 2014. Niveles de residuos de plaguicidas organoclorados en leche Pasteurizada orgánica y convencional comercializada en ciudad de México. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Memorias congreso inocuidad alimentaria.

SINAVE/DGE/SALUD (2012) Perfil Epidemiológico de la Tuberculosis en México.
Disponible en
[http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/infoepid/publicaciones/2012/
Monografias5_Tuberculosis_Mex_junio12.pdf](http://www.epidemiologia.salud.gob.mx/doctos/infoepid/publicaciones/2012/Monografias5_Tuberculosis_Mex_junio12.pdf)

Yaman Keskin and Zehra Gulsunoglu. 2012. Quality Management Systems in Dairy Industry. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul, Turkey, July 3 – 6, 2012.