



www.canilec.org.mx

Benjamín Franklin No. 134,
Colonia Escandón, C.P. 11800,
Delegación Miguel Hidalgo,
México, D.F.

Tels:

5271-2100 / 2184 / 2884 / 3848 y 5516-5514

Fax:

5516-6040

El Libro Blanco de la leche y los productos lácteos

El **Libro Blanco** *de la leche* *y los productos lácteos*



Primera Edición
Vol. 1

El
Libro Blanco
de la leche
y los productos lácteos



Primera Edición
Vol. 1

Primera Edición - marzo del 2011

Este libro se termino de imprimir en marzo del 2011

Consta de 1000 ejemplares

Diseño y formación por:

Marco A. Estrada Martínez
Juan A. Gutierrez No. 3 Col. Moctezuma 1ra Secc.
C.P. 15500 en México, D.F.
design@gotterdesign.mitmx.net

impreso en:

Litho Offset Imprenta
Juan A. Gutierrez No. 3 Col. Moctezuma 1ra Secc.
C.P. 15500 en México, D.F.
imprentayautos@hotmail.com

Todos los derechos reservados son propiedad de la
Camara Nacional de Industriales de la Leche.
Benjamín Franklin No. 134 Col. Escandón
C.P. 11800 México, D.F.
Tels.: (55) 5271-2100 / 5271-2884
Fax: (55) 5516-6040
c. electrónico: canilec@prodigy.net.mx
www.canilec.org.mx

Ninguna parte de este libro puede reproducirse
o transmitirse bajo ninguna forma o por ningún
medio, electrónico ni mecánico incluyendo
fotocopiado y grabación, ni por ningún sistema de
almacenamiento y recuperacion de información,
sin permiso por el escritor del editor.

Permiso en tramite:

Presentación

“La primer riqueza es la salud”. – Emerson

La salud es el bien máspreciado que tenemos todos los seres humanos, y cada vez existe mayor conciencia de la necesidad de alimentarnos correctamente, hacer ejercicio, cuidarnos más; todo ello con la finalidad de tener una mejor calidad de vida.

La Cámara Nacional de Industriales de la Leche, como una aportación y dentro de su iniciativa “Toma un Buen Consejo, Toma Leche y sus Derivados”, ha decidido publicar: **El Libro Blanco de la Leche y los Productos Lácteos**, que pretende convertirse en una guía tanto para los profesionales de la salud, como para la población en general a fin de dar a conocer los componentes y propiedades de la leche y de los productos que de ella se derivan, así como los beneficios nutritivos para aquellos que los consumen.

Esta es una primera publicación, en el futuro agregaremos temas para mantener una actualización interesante y profesional, por lo que con ello anticipamos que se trata del primer tomo.

Mi reconocimiento a las empresas que con su aportación hicieron posible la realización de este libro:

- Cremería Covadonga S.A de C.V.
- Danone S.A de C.V.
- Derivados de Leche la Esmeralda, S.A. de C.V.
- Fonterra México, S.A. de C.V.
- Ganaderos Productores de Leche Pura S.A. de C.V.
- Grupo Lala, S.A. de C.V.
- Industrias Lácteas Chihuahuenses, S.A. de C.V.
- Liconsa, S.A. de C.V.
- Nestlé México, S.A. de C.V.
- Qualtia Alimentos Operaciones S de R.L de C.V
- Sigma Alimentos, S.A. de C.V.
- US Dairy Export Council
- Yakult, S.A. de C.V.

Un especial agradecimiento a la Dra. María del Pilar Milke García por su coordinación en la realización de esta primera edición, igualmente a los autores, Dr. Mariano García Garibay, L.N Mónica Maza Pastrana, M.V.Z. Mónica Pérez Lizaur, L.N. Paola Legorreta Cao, Ing. Alfonso Moncada Jiménez, Ing. Beatriz Haydée Pelayo Consuegra, Dra. Sara Esther Valdés Martínez, Dr. Jorge Luis Chávez Servin, Dra. Ana María Calderón de la Barca, L.N. Cecilia Sommer Finkelman, Dra. Judith Jiménez Guzmán, a mis colaboradores Lic. José García González, Lic. Jesús Revuelta Tortolero y a la Lic. Verónica Isabel López Salgado, quienes realizaron un gran esfuerzo para hacer posible la publicación de este libro.

Dr. Félix Martínez Cabrera

Presidente del Consejo Directivo Nacional

Libro blanco sobre la leche y los productos lácteos

Análisis de conocimientos científicos y consideraciones sobre el valor nutrimental y consumo de la leche y los productos lácteos.

La alimentación es, sin lugar a dudas, uno de los factores principales que intervienen en el estado de nutrición de cualquier ser vivo, si no es que el más importante. La comunidad científica está de acuerdo en confirmarlo y el consumidor, conociendo esta importante relación, pide, como siempre y con insistencia, información simple y precisa para poderse alimentar en forma segura y adecuada, mientras que el profesionista de los medios de comunicación tiene el compromiso de informarse debidamente a partir de fuentes actuales y, sobre todo, confiables en cuanto a rigor científico y técnico, para después difundir este conocimiento al consumidor y a otras instancias que intervengan en la producción, industrialización, distribución, y consumo de los alimentos.

Nacido del deseo de la Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC) y con la colaboración de diversos autores del ámbito científico y académico como la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Sonora, la Universidad del Valle de México plantel Querétaro, CANILEC y empresas privadas, el “Libro blanco de la leche y los productos lácteos” responde a una exigencia convertida en compromiso por parte de cada uno de los autores de esta obra.

Por primera vez en México surge un instrumento útil tanto para el consumidor como para los estudiosos en este campo, que ha cristalizado todo el conocimiento que la ciencia pone a disposición de un sector tan importante de la alimentación humana como el dedicado a la leche y los productos lácteos.

Estas son las premisas sobre las cuales descansa este documento, en el que confluyen los conocimientos, análisis, comentarios y opiniones de instituciones, sociedades científicas y autoridades nacionales de la Nutriología como fuente segura de datos e información sobre el papel de la leche y los productos lácteos en la alimentación humana y sobre la relación que guarda su consumo con la salud.

Un documento exhaustivo sobre múltiples aspectos relacionados con la leche y los productos lácteos, desde el bienestar animal hasta la salud humana, pasando por toda la problemática zootécnica y de análisis químico y fisicoquímico de la leche, su industrialización y transformación en productos tan variados –e incluso especializados como las fórmulas para lactantes y fórmulas de continuación; su producción, importación y exportación, así como su comercialización actual, aspectos de legislación y etiquetado y, por último, aspectos en donde se destaca el papel de la leche en las diferentes etapas de la vida, los que vinculan a la leche con la prevención de enfermedades y otros más de avanzada, relacionados con los componentes de la leche y los productos lácteos que les confieren propiedades funcionales.

Los textos fueron escritos por quince autores de nuestro país pertenecientes a muy distintos ámbitos relacionados con este tema: desde el académico y científico hasta el industrial, con una competencia específica en el sector en el que se articula el proyecto editorial.

El libro, de 156 páginas, ha sido organizado en catorce capítulos, cuenta con tablas, gráficas, figuras y diagramas explicativos así como con una amplia bibliografía que da sustento a la información.

El texto está destinado a la comunidad científica, a los técnicos de las áreas específicas, a los divulgadores científicos y a los mismos profesionistas de la comunicación que podrán extraer de esta obra información cierta y científicamente probada, de la que el mundo de la investigación, el sistema productivo y, sobre todo, el consumidor, tienen necesidad, sobre todo este último, que requiere normar su comportamiento alimentario.

Se dedica un amplio espacio a aspectos fundamentales sobre temas de los que hay información confusa o prácticamente carente y que permite dar a la leche y a los productos lácteos su justo valor al hablar de su participación en la mesa y en la salud del hombre.

Directamente dirigido al consumidor, y sobre la base del contenido del Libro Blanco, se desarrolla en este proyecto un *vademecum* que, en un lenguaje altamente accesible, expone la información básica y determinante sobre las características nutrimentales de los productos lácteos, sobre su producción y otros aspectos importantes.

| | |
|---|--------------------|
| Historia de la leche y los productos lácteos. | 9 |
| <hr/> | |
| <i>Lic. Nut. Mónica Maza Pastrana</i> <i>Consultora independiente</i> | |
| I | PRODUCCIÓN. |
| 1. La producción de leche. | 10 |
| <hr/> | |
| <i>MVZ Mónica Pérez Lizaur</i> <i>Consultora independiente</i> | |
| 2. Generalidades de la leche y los productos lácteos. | 26 |
| <hr/> | |
| <i>Lic. Nut. Mónica Maza Pastrana</i> <i>Consultora independiente</i> | |
| <i>Lic. Nut. Paola Legorreta Cao</i> <i>Consultora independiente</i> | |
| 3. El proceso de industrialización de la leche fluida. | 44 |
| <hr/> | |
| <i>MVZ Mónica Pérez Lizaur</i> <i>Consultora independiente</i> | |
| 4. El proceso industrial de los productos lácteos. | 52 |
| <hr/> | |
| <i>Ing. Alfonso Moncada Jiménez</i> <i>Director de Relaciones Públicas</i> <i>Yakult, S.A. de C.V.</i> | |
| <i>Ing. Beatriz Haydée Pelayo Consuegra</i> <i>Jefe de Asuntos Regulatorios</i> <i>Yakult, S.A. de C.V.</i> | |
| 5. Análisis químico, biológico y fisicoquímico de la leche: calidad y contenido nutrimental. | 66 |
| <hr/> | |
| <i>Ing. Alfonso Moncada Jiménez</i> <i>Director de Relaciones Públicas</i> <i>Yakult, S.A. de C.V.</i> | |
| <i>Ing. Beatriz Haydée Pelayo Consuegra</i> <i>Jefe de Asuntos Regulatorios</i> <i>Yakult, S.A. de C.V.</i> | |

II CONSUMO.

6. La leche en los programas de ayuda alimentaria. 80
-

Dra. María del Pilar Milke García
Investigadora en Ciencias Médicas B
Dirección de Nutrición
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

7. Producción de leche y productos lácteos en México. 85
-

Dr. Félix Martínez Cabrera
Presidente del Consejo Directivo Nacional
CANILEC

Lic. José García González
Director General
CANILEC

Lic. Jesús Revuelta Tortolero
Gerente de Informática
CANILEC

8. Productos lácteos en el mercado mundial y en México: producción y consumo. 90
-

Dra. Sara Esther Valdés Martínez
Profesora
Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán
Universidad Nacional Autónoma de México

9. Etiquetado de la leche y los productos lácteos. 97
-

Lic. José García González
Director General
CANILEC

Lic. Jesús Revuelta Tortolero
CANILEC

III LECHE, PRODUCTOS LACTEOS Y SALUD.

| | |
|---|-----|
| 10. La importancia de la leche y los lácteos en la dieta. | 103 |
|---|-----|

*Dra. María del Pilar Milke García
Investigadora en Ciencias Médicas B
Dirección de Nutrición
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”*

| | |
|------------------------------|-----|
| 11. Fórmulas para lactantes. | 114 |
|------------------------------|-----|

*Dr. Jorge Luis Chávez Servín
Docente de la Licenciatura en Nutrición
Universidad del Valle de México,
Campus Querétaro.*

| | |
|---|-----|
| 12. Fórmulas para lactantes especializadas. | 124 |
|---|-----|

*Dra. Ana María Calderón de la Barca
Investigadora
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)
Sonora*

| | |
|--------------------------------|-----|
| 13. Productos lácteos y salud. | 129 |
|--------------------------------|-----|

*Lic. Nut. Cecilia Sommer Finkelman
Consultora independiente*

| | |
|---|-----|
| 14. Alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche. | 139 |
|---|-----|

*Dra. Judith Jiménez Guzmán
Profesora e investigadora del Departamento de Biotecnología
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa*

*Dr. Mariano García Garibay
Director de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud
Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Lerma*

| | |
|--------|-----|
| Anexo. | 149 |
|--------|-----|

| | |
|-----------|-----|
| Glosario. | 150 |
|-----------|-----|

HISTORIA DE LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LÁCTEOS

Desde hace 8,000 años, los pueblos de Mesopotamia intentaron domesticar animales productores de leche, por lo que es lógico pensar que desde entonces el hombre buscara utilizar y procesar la leche con fines alimentarios. Recientemente se descubrió que el hombre mediterráneo de la Edad del Cobre (hace aproximadamente 6,000 años) consumía leche y ya conocía técnicas para su conservación, produciendo desde entonces dos variedades de queso: el *requesón* o queso ricotta (queso fresco obtenido del suero de leche) y el *tuma* (especie de queso madurado de leche de oveja).

Es posible que el queso haya sido descubierto accidentalmente hace por lo menos 5,000 años en el intento de transportar y conservar la leche, quizás dentro de un saco hecho con el estómago de una oveja, donde las enzimas de la pared del estómago, aunadas al calor y el movimiento, acidificaron la leche y coagularon las proteínas, surgiendo así la primera “cuajada”.

Las leches fermentadas y el yoghurt se conocen desde siempre entre las poblaciones orientales; de hecho el término “*joggurt*” (en turco “leche densa”) tiene orígenes antiquísimos, siendo ya citado en la Biblia y descrito por Aristóteles; sin embargo, al igual que el queso y dada la probable casualidad de su descubrimiento, es difícil definir cuándo apareció por primera vez pero se cree que su origen data de hace por lo menos 4,000 años. En el siglo XX su consumo se extendió hacia Occidente y se popularizó gracias a los estudios realizados por Metchnikov, quien aisló el *Lactobacillus bulgaricus* (a partir de una muestra de yoghurt proveniente de Bulgaria), e intuyó que el consumo constante de este alimento podía proteger al hombre contra bacterias nocivas en el intestino.

Probablemente el primer animal que fue criado para la obtención de leche fue la cabra, aunque otros autores mencionan a la oveja como el primer mamífero domesticado para este fin. Con la domesticación del ganado vacuno, sin embargo, las cabras fueron sustituidas por las vacas como fuente principal de leche.

La descripción gráfica más antigua que se conoce del ordeño es un bajorrelieve en un templo mesopotámico que data del 2,900 A.C. En tiempos de los antiguos griegos y romanos se criaban rebaños de vacas como fuente de leche y se piensa que fueron los romanos quienes introdujeron el ganado en otras partes de Europa cuando invadieron la Bretaña en el siglo I D.C. El primer queso suizo se registra en el 58 D.C. y el primer queso inglés data del 120 D.C.

La introducción del ganado lechero en la Nueva España fue en un principio reducida dadas las dificultades para su transporte; sin embargo la producción animal creció y se dispersó rápidamente observándose un auge a mediados del siglo XVI.

Hasta inicios del siglo XIX, la gente en México bebía la leche producida en granjas y rancherías cercanas. Con el desarrollo del ferrocarril, la leche estuvo a disposición de mucha más gente. Sin embargo, la calidad de la leche era a veces muy pobre y podía estar contaminada con bacterias que causaban enfermedades. Hacia finales del siglo XIX con el surgimiento de la pasteurización y la estandarización se logró obtener una leche de mucho mayor calidad y con mucho menor riesgo para la salud.

Actualmente, gracias al advenimiento de la biotecnología y los avances tecnológicos industriales se han logrado desarrollar productos lácteos cada vez más sofisticados y funcionales que contribuyen no sólo a agrandar al paladar, sino a procurar la salud del consumidor.

Lic. Nut. Mónica Maza Pastrana

1. LA PRODUCCION DE LECHE

MVZ Mónica Pérez Lizaur

La leche se define como la secreción natural de las glándulas mamarias de los mamíferos destinada como alimento para sus crías. Entre las especies domésticas existen algunas especializadas en la producción de leche para consumo humano.

Lactogénesis

La lactogénesis o formación de leche es un proceso con una intensa demanda energética y nutrimental, y por ello la ubre requiere que una gran cantidad de nutrimentos lleguen a ella a través de la sangre. Para producir un kilogramo de leche deben circular entre 400 y 500 Kg de sangre por la ubre. Además, la sangre lleva las hormonas naturalmente sintetizadas por la vaca que controlan el desarrollo de la ubre, la síntesis de leche, y la regeneración de células secretoras entre lactancias (durante el período de seca) (1).

La formación de leche es un proceso continuo que involucra muchas reacciones bioquímicas (figura 1). La glucosa es, por excelencia, la fuente de energía para las células, aunque en el proceso de la lactogénesis también participa en la síntesis de la galactosa –indispensable para la síntesis de lactosa- y como fuente del glicerol, necesario para la síntesis de grasa. La síntesis de lactosa es controlada por una enzima de dos unidades llamada lactosa sintetasa. La subunidad α -lactoalbúmina se encuentra en la leche como proteína del suero de leche.

Las proteínas son sintetizadas a partir de aminoácidos en los ribosomas que se encuentran adheridos al retículo endoplásmico de la célula. Las proteínas sintetizadas están contenidas en vacuolas (vesículas lisas), que emigran hacia el ápice de la célula, en donde las vacuolas se abren para liberar las proteínas (2).

El acetato y el butirato son dos ácidos grasos de cadena corta producidos en el rumen que son utilizados, en parte, como unidades de construcción de los otros ácidos grasos de cadena corta (ácido caprónico y caprílico, de 6 y 8 carbonos), que se encuentran en la leche. El glicerol requerido para unir tres ácidos grasos formando un triacilglicérido proviene de la glucosa. Cerca del 17-45% de la grasa de la leche se forma del acetato y cerca del 8-25% del butirato. La composición de la dieta posee una influencia importante en la concentración de grasa de la leche; particularmente, la falta de fibra en la alimentación de la vaca bloquea la formación de acetato, lo que a su vez resulta en una reducción del contenido de grasa en la leche (2-2.5%). En la figura 1 se esquematiza el proceso de secreción de las glándulas secretoras de leche.

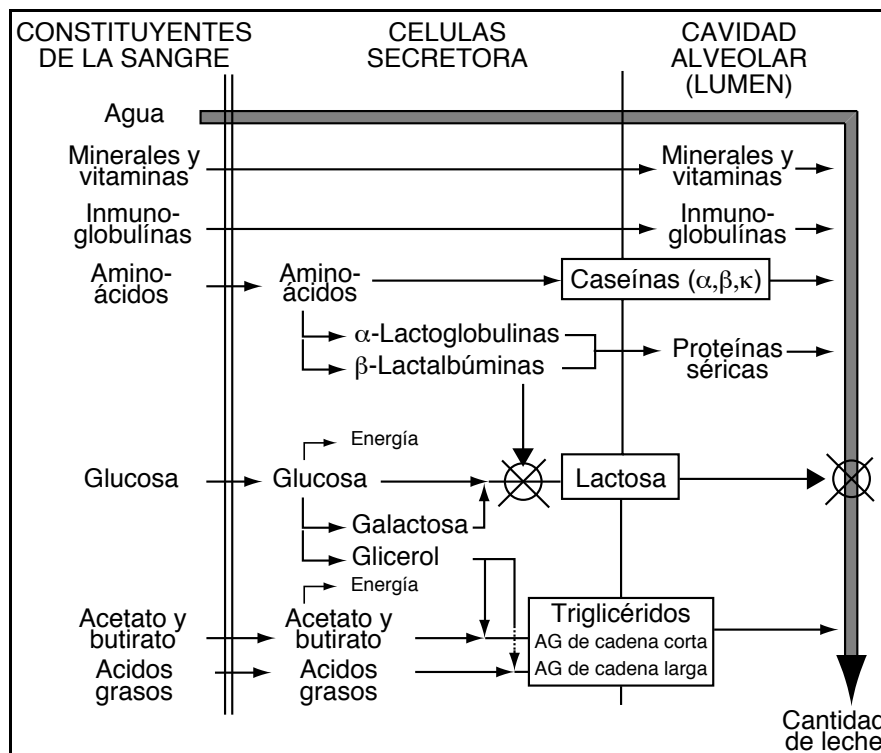


Figura 1: Resumen del proceso de secreción de leche en las células secretoras de leche (los círculos cruzados son pasos regulatorios clave).

Fuente:

Wattiaux, M. 20. Secreción de leche por la ubre de una vaca lechera. Babcock Institute, Univ. Wisconsin-Madison.

http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkcoc/20_s.pdf

Secreción de leche

La ubre de la vaca está diseñada para producir y ofrecer al becerro recién nacido un fácil acceso a la leche. Se encuentra suspendida por fuera de la pared del abdomen posterior y no está soportada por ninguna estructura ósea.

En el caso de la vaca, está constituida por cuatro glándulas mamarias; cada una de ellas representa una unidad funcional en sí misma que opera independientemente de las demás y drena la leche por medio de su propio canal. La ubre es una glándula exócrina debido a que la leche es sintetizada en células especializadas agrupadas en alvéolos, y luego excretada fuera del cuerpo por medio de un sistema de conductos que funcionan de la misma forma que los afluentes de un río (1,3).

El alvéolo es la unidad funcional de producción. Está formado por capilares sanguíneos y células mioepiteliales, que absorben de la sangre los precursores de la leche, sintetizan los componentes de la leche y los liberan al lumen del alvéolo. De aquí la leche es transportada por un ducto menor a los ductos mayores. Cada 120 a 220 alvéolos forman un lobulillo y alrededor de 10 lobulillos constituyen un lóbulo. Los lóbulos se encuentran organizados en unidades de mayor tamaño, que descargan la leche dentro de un conducto colector de mayor tamaño que conduce a la cisterna de la glándula, que se encuentra directamente encima del pezón (figura 2).

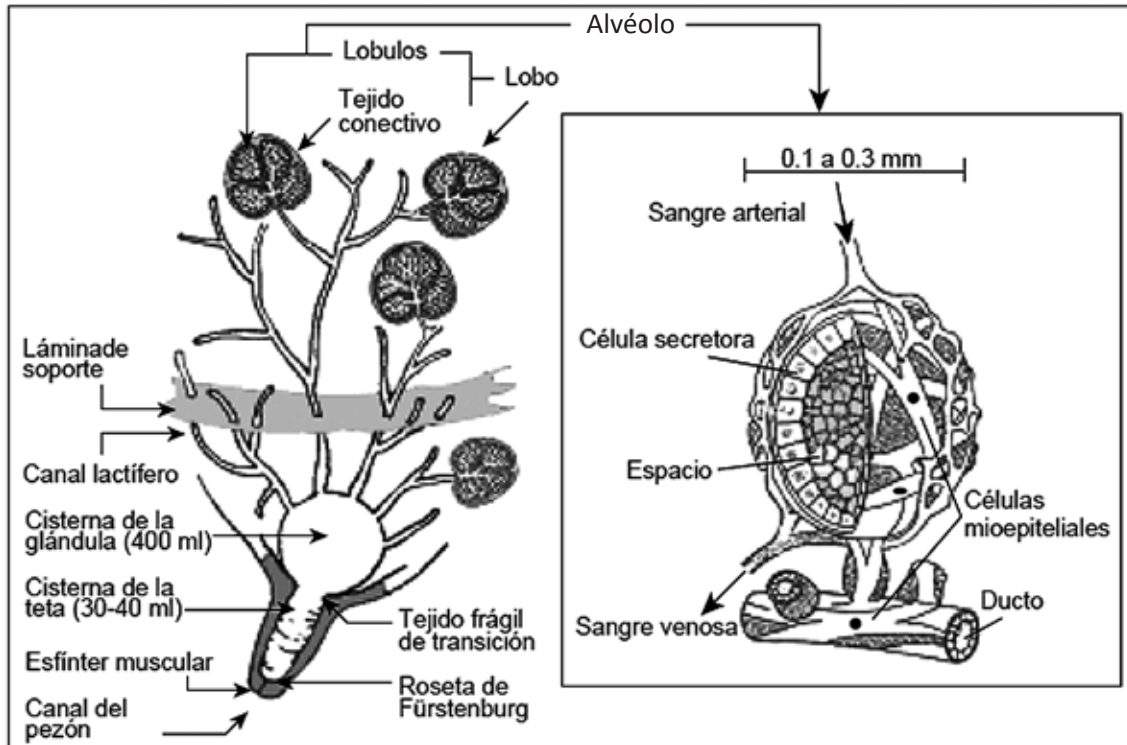


Figura 2: Sistema secretor y conductor de leche.

Fuente:

Wattiaux M. 20. Secreción de leche por la ubre de una vaca lechera. Babcock Institute, Universidad de Wisconsin-Madison.

http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkcoc/20_s.pdf

Producción de leche de calidad

“Calidad” es una palabra de definición aparentemente sencilla, pero puede tener muchos significados diferentes. En general, se refiere a “la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo que permiten juzgar su valor”. Una buena definición, universal y sencilla de un producto de calidad, sería “aquel producto que cumple constantemente las necesidades del consumidor” (4). De esta manera, la calidad tiene tres aspectos, conocidos como las tres C’s:

- Conformidad (con las expectativas del cliente).
- Costo (los consumidores quieren recibir valor por su dinero).
- Consistencia (en las características que el cliente espera del producto).

Pero entonces, ¿cómo se podría definir “leche de calidad”?

Tomando como base las tres C’s, la leche de calidad será “aquel producto que cumpla consistentemente con las expectativas nutricionales, sanitarias y organolépticas del consumidor cuya composición justifique lo que se está pagando por ella”. Ahora bien, las características que espera cada consumidor a lo largo de la cadena de producción de la leche fluida son diferentes. De este modo, el productor de leche cruda debe cumplir con ciertas especificaciones que le exige la planta procesadora (primer “consumidor”), quien a su vez, debe cumplir con los requerimientos que le exigen los supermercados (segundo “consumidor”); sin

embargo, todos deben satisfacer las necesidades del consumidor final. Así, desde el campo hasta la mesa, la calidad de la leche concierne a lecheros, veterinarios, plantas procesadoras, supermercados, autoridades y por supuesto, al consumidor final.

Aunque las especificaciones de calidad varíen entre cada uno de estos participantes de la cadena de producción de leche y lácteos, básicamente preocupan las de tipo nutricional, sanitario y organoléptico, mismas que dependen de factores genéticos, alimentarios, del medio ambiente, de la salud de los animales, de la higiene del ordeño y manejo de la leche, así como de su proceso, entre otros factores.

A nivel mundial y debido a la diversidad biológica y cultural, la leche consumida proviene de diferentes especies, aunque la de vaca representa el mayor volumen. De acuerdo a FAO, en 2008 se produjeron 578 millones de toneladas de leche de vaca; Estados Unidos de América, ocupó el primer lugar con el 14.9% de la producción mundial, y en México se produjeron 10.75 millones de toneladas, equivalentes al 1.86% del total (5). Las otras especies lecheras como la de la cabra, la de oveja y la del búfalo juegan un papel importante en ciertos países. En la región mediterránea el 66% de la leche producida es de oveja, y el 18% de cabra. A nivel global, la leche de oveja representa el 1.5% y la de cabra el 2.0%, respectivamente, del total de la leche producida por estas cuatro especies (6). De acuerdo a datos de la FAO, en 1994 la producción de leche de búfala fue de 48 millones de toneladas, de las cuales 46.5 millones de toneladas se obtuvieron en Asia a partir de ganado de baja productividad. India, Pakistán y Egipto producen el 65% de la leche de esta especie (7).

Por la importancia que reviste la leche de vaca en nuestro país, todos los aspectos aquí descritos básicamente harán referencia a esta especie, salvo que se especifique lo contrario.

Aspectos generales del ordeño y su relación con la calidad de la leche

El ordeño es el acto de extraer la leche de la glándula mamaria, ya sea en forma manual o mecánica, luego de estimular adecuadamente a la vaca y liberar la leche de la ubre (“bajada de la leche”). Al estimular al animal, se libera la hormona oxitocina, que a su vez estimula la contracción de las células mioepiteliales. La acción de compresión incrementa la presión intramamaria y fuerza a la leche a través de los conductos hacia la glándula y de la cisterna al pezón (3,8).

En el ordeño *manual*, la mano toma todo el largo del pezón. El pulgar y el índice comprimen la parte superior del pezón y al mismo tiempo, los demás dedos aprietan hacia adentro y hacia abajo. La mayor presión dentro de la ubre (relativa a la presión atmosférica fuera del pezón) fuerza la leche a pasar por el esfínter. Se practica de forma simultánea en dos glándulas de la ubre, pudiendo realizarse indistintamente tomando las dos glándulas delanteras, las dos de un lado o cruzadas, es decir, la izquierda delantera con la de atrás derecha. El método sugerido es el llamado “a mano llena” o “a puño”, que consiste en tres tiempos o “momentos”.

El ordeño *mecánico* es la extracción de la leche de la ubre por medio de máquinas que funcionan simulando la acción del becerro mediante la aplicación de vacío; mientras tanto, éste es alimentado con biberón y mamila de hule. La presión negativa que ejerce la máquina de ordeño varía entre los 254 y 406 mm Hg. La parte que se pone en contacto con el pezón de la vaca es una vaina de goma, llamada también pezonera, y que representa la boca del becerro. Esta vaina está incluida en un casco metálico al cual está perfectamente ajustada (figura 3). La pezonera se abre y cierra a consecuencia de la acción del pulsador, cuyo propósito es provocar, en forma intermitente, vacío y presión atmosférica al espacio entre la pezonera y la copa. Cuando el pulsador abre el espacio entre la copa y la pezonera al vacío se igualan las presiones que hay entre el interior y el exterior de la pezonera, tomando ésta una posición de apertura normal; durante este período fluye la leche del pezón a la copa. Cuando el aire se introduce entre la copa y la pezonera, la presión fuera de la pezonera aumenta, causando la contracción de ésta. Durante este período se proporciona un masaje al pezón.

El ordeño influye en la calidad microbiológica de la leche, por lo que durante el mismo es necesario aplicar prácticas de higiene eficaces que reduzcan la contaminación de la leche. Éstas deben incluir la adecuada higiene de las instalaciones, de los ordeñadores, la limpieza de ubres, pezones, ingles, ijares (espacios entre las costillas falsas y los huesos de la cadera) y abdomen del animal, el empleo de recipientes y equipos de ordeño limpios y desinfectados y evitar dañar el tejido del pezón o de la ubre.

Pasos del ordeño para maximizar la producción y minimizar mastitis (9).

- Estimular a la vaca y así lograr la “bajada” de la leche.
- Verificar si hay presencia de mastitis (revisar signos de inflamación de la ubre; retirar la primera porción de leche y observar si hay presencia de coágulos, fibras, etc...).
- Lavar los pezones.
- Introducir los pezones en desinfectante efectivo y aprobado por las autoridades sanitarias (“presellado”).
- Secar los pezones.
- Colocar las pezoneras.
- Verificar el flujo de leche y ajustar la unidad de ordeño en caso necesario.
- Al final del ordeño, cerrar el vacío antes de remover las pezoneras.
- Volver a introducir los pezones en el desinfectante (“sellado”).
- Desinfectar las unidades de ordeño.

Los animales con síntomas clínicos de enfermedad deben ser segregados y/o ser los últimos en ser ordeñados, o bien ser ordeñados con un equipo distinto o a mano, y su leche no se utilizará para consumo humano. La importancia de la salud de los animales en lactación reside en que diversas enfermedades tales como salmonelosis, infecciones por estafilococos y estreptococos pueden transmitirse al ser humano a través de la leche. La mayoría de estos microorganismos pasan a la leche directamente de la ubre o indirectamente por medio de descargas orgánicas que pueden caer dentro de la leche (10).

La mastitis bovina es una enfermedad inflamatoria de la ubre y en general es altamente contagiosa. Normalmente, el agente etiológico es un estreptococo de origen bovino (tipo B), pero también puede ser causada por estafilococos u otros agentes. Eventualmente, la ubre del animal lactante puede infectarse con estreptococos hemolíticos de origen humano, lo cual podría ocasionar un brote de escarlatina o infecciones de faringe y laringe (garganta). Las toxinas de los estafilococos y posiblemente otros microorganismos pueden ser causa de gastroenteritis graves.

A pesar de que la leche sea sometida posteriormente al proceso de pasteurización, las buenas prácticas de ordeño son fundamentales para reducir la carga microbiológica de la leche.



Figura 3: Ordeñadora.

Composición de la leche y su valor nutrimental

De todos los alimentos que consume el hombre, sólo la leche tiene como único objetivo el de servir de alimento como tal. Consecuentemente, se espera que su valor nutritivo sea muy alto. La leche es un alimento casi completo, ya que sólo es pobre en hierro, vitamina D y vitamina C. Su riqueza en energía, proteínas de fácil asimilación, grasa, calcio, fósforo y varias vitaminas hacen de la leche el alimento básico del lactante y, en general, del niño en sus primeros cuatro años de vida, aunque también es muy importante en otras etapas de la vida (11). Está compuesta por grasa, proteína, lactosa, minerales (sólidos totales) y agua. Su valor nutricional así como el económico están directamente asociados con su contenido de sólidos (3).

Factores que afectan la composición de la leche

Especie y raza: la composición de la leche varía ampliamente debido a diferencias genéticas entre las especies lecheras y entre las razas de una misma especie (tabla 1). De este modo, se obtienen leches con distintas propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales que permiten la elaboración de diversos productos y para diferentes gustos.

Tabla 1. Especies y razas productoras de leche.

| Especie | Razas | Observaciones |
|---|---|---|
| Bovina (<i>Bos taurus typicus</i>) | Holstein, Jersey, Guernsey, Pardo suiza y Ayrshire | Originarias de Europa. En México predomina la Holstein y existen algunos hatos de Jersey y Pardo suiza. |
| Caprina | Alpina francesa*, Saanen*, Toggenburg*, Anglo-Nubia**, Granadina***, La Mancha*** | * Origen alpino **Raza creada en Inglaterra a partir de razas nubias e hindús. ***Origen español |
| Ovina | Manchega, Churra, Hidango, Latxa Laucane, Sarda, East Friesan, Milchschaft | La mayor parte de los ovinos lecheros se encuentran en Europa y en Medio Oriente |
| Búfalo de Río | Murrah*, Nili-Ravi*, Surti*, Mehsana*, Nagpuri*, Jaffrabandi*, razas mediterráneas, Murrah búlgaro** | *Razas originarias de India y Pakistán; la Murrah es la más importante. **Murrah Búlgara es la cruce del búfalo mediterráneo con la Murrah. El auténtico queso Mozzarella se produce con leche de búfala de río. |

Fuentes:

Arbiza SI, de Lucas Tron J. La leche caprina y su producción. Editores Mexicanos Unidos, S.A. México 2001. <http://www.milkproduction.com/Library/Articles/default.htm>

En cuanto al color, gracias a su contenido de carotenos la leche de vaca tiene una tonalidad amarillenta, comparativamente con la de oveja o cabra. La leche de cabra posee un sabor característico, más fuerte que la de oveja o vaca debido al mayor contenido de ácidos cáprico, caprónico y caprílico (ácidos grasos de cadena corta). A diferencia de la leche de vaca cuyo pH tiende a lo ácido, la leche de cabra es ligeramente alcalina, lo cual puede beneficiar a las personas con problemas de acidez gástrica. La alcalinidad de la leche de cabra se debe a su mayor contenido de proteína y a la estructura de sus fosfatos (6,12).

La composición general de la leche cabra y oveja es similar; sin embargo, la de oveja contiene más grasa, más sólidos no grasos, proteínas, caseínas, proteínas del suero y cenizas totales que la de cabra. Estas diferencias hacen que el tiempo de coagulación de la leche de oveja mediante cuajo sea menor que el de la de cabra y que, gracias al mayor contenido de caseínas, la cuajada sea más firme (12).

La leche de cabra tiene ciertas cualidades nutricionales e inmunológicas que la distinguen de las demás. Una de ellas se basa en la inmunoespecificidad por especie de la lactoalbúmina; de este modo, se ha observado que personas sensibles a las proteínas de la leche de vaca pueden tolerar las proteínas de la leche de cabra. El menor tamaño de sus glóbulos grasos ofrece una mayor superficie de contacto para las lipasas intestinales y por lo tanto, mejor digestibilidad de la grasa. Estos son tan sólo dos ejemplos de características positivas de la leche de cabra, aunque se podrían citar muchos más; sin embargo, la leche de vaca tiene un elevado volumen de consumo en nuestro país. En la tabla 2 se presenta la composición de las diferentes leches.

Tabla 2. Composición de la leche de vaca, cabra, oveja y búfala (%).

| | Grasa | Proteínas totales | Caseína | Sólidos no grasos | Lactosa | Cenizas |
|------------------------|-------|-------------------|---------|-------------------|---------|---------|
| Bovinos | | | | | | |
| Holstein | 3.64 | 3.16 | 2.97 | 9.02 | 4.78 | 0.73 |
| Pardo suiza | 3.98 | 3.52 | ND | ND | ND | ND |
| Guernsey | 4.46 | 3.47 | ND | ND | ND | ND |
| Jersey | 4.64 | 3.73 | ND | ND | ND | ND |
| Caprinos | 3.50 | 3.13 | 2.47 | 8.68 | 4.55 | 0.80 |
| Ovinos | 7.62 | 6.21 | 5.16 | 10.33 | 3.70 | 0.90 |
| Búfalos | | | | | | |
| Mediterránea –italiana | 7.90 | 4.30 | ND | 10.20 | ND | ND |
| Murrah India | 7.10 | 4.60 | ND | 10.20 | 3.60 | ND |
| Murrah Búlgara | 8.00 | 4.50 | ND | 10.20 | 4.80 | ND |

ND: dato no disponible.

Fuentes:

Jandal, JM. Comparative aspects of goat and sheep milk. Small Ruminant Res 1996; 22: 177-185.

Haenlein G. Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk. En: <http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-10.htm>

Shearer JK, Bachman KC, Boosinger J. The production of quality milk. University of Florida. IFAS Extension. DS61. Junio 2003.

<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/DS/DS11200.pdf>

Genética y medio ambiente: tratar de cambiar la composición de leche mediante técnicas genéticas tradicionales es un proceso muy lento, aunque las nuevas técnicas de manipulación genética permitirán en un futuro no lejano un progreso más acelerado en este sentido. Los rendimientos en kilogramos de leche, proteína y grasa no se impactan fácilmente por la genética; su heredabilidad es relativamente baja (aproximadamente 0.25). Por lo contrario, la alimentación tiene un impacto mayor y más rápido sobre el rendimiento de los diferentes componentes de la leche (13). Debido a su elevada capacidad de producción, la mayor parte de la leche que se consume en México es de vaca de raza Holstein.

Nivel de producción: las concentraciones de proteínas, grasa, sólidos no grasos y sólidos totales correlacionan positivamente con el nivel de producción de la vaca. En los programas de selección enfocados en el incremento del nivel de producción normalmente los rendimientos de grasa y proteína también aumentan; sin embargo, disminuyen en la composición total.

Etapas de la lactancia: la mayor concentración de proteínas y grasas corresponde a las primeras y últimas etapas de la lactancia, mientras que del punto de mayor desarrollo de la lactancia hacia la mitad de la misma la concentración de estos nutrimentos es más baja.

Enfermedad: a pesar de que otras enfermedades pueden afectar la composición de la leche, la mastitis, es decir, la infección de la glándula mamaria, es la de mayor relevancia. La cuenta de células somáticas (CS) es indicador del estado de salud de la glándula mamaria; en vacas sanas se esperan valores de alrededor de 200,000 CS/ml, mientras que las cuentas superiores a 400,000 CS/ml sugieren problemas de mastitis y, en consecuencia, reducción en la producción de leche. En la tabla 3 se muestran los cambios en los valores de los constituyentes de la leche asociados a una elevada cuenta de células somáticas (13,14).

Tabla 3. Efecto de una elevada cuenta de células somáticas (CS) sobre la composición de la leche.

| Componente | Leche normal | Elevada cuenta CS | % del normal |
|--------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|
| Sólidos no grasos | 8.90 | 8.80 | 99 |
| Grasa | 3.50 | 3.20 | 91 |
| Lactosa | 4.90 | 4.40 | 90 |
| Proteína total | 3.61 | 3.56 | 99 |
| Caseína total | 2.80 | 2.30 | 82 |
| Proteína del suero | 0.80 | 1.30 | 162 |
| Sodio | 0.057 | 0.105 | 184 |
| Potasio | 0.173 | 0.157 | 91 |
| Cloro | 0.091 | 0.147 | 161 |
| Calcio | 0.12 | 0.04 | 33 |

Adaptado de: Harmon J Dairy Science 1994; 77:2103.

Fuente:

Waldner, D.N, Stokes, S.R., Jordan, E.R., y Looper, M.L.: Managing milk composition: normal sources of variation. Oklahoma Cooperative Service, ANSI-4016.

<http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2028/ANSI-4016.pdf>

Las vacas con mastitis deben ser tratadas con antibióticos y su leche ser desechada, ya que no es apta para su consumo. La mastitis da como resultado una reducción en el contenido de grasa y caseína y un incremento en la cantidad de suero en la leche. Estos cambios en las proteínas, en conjunto con las alteraciones en la lactosa, en el contenido de minerales y en el pH de la leche, resultarán en menores rendimientos en la fabricación del queso y alteraciones en su proceso de manufactura (7).

Época del año: durante el otoño y el invierno los contenidos de grasa y proteínas son mayores, y menores en primavera y verano, lo cual se debe a las variaciones en el tipo de alimentación que recibe el ganado y a las condiciones climáticas (13).

Edad: mientras que el contenido de grasa permanece relativamente constante conforme la edad de la vaca, el de proteína disminuye gradualmente con ésta. Esto se debe en la mayoría de los casos a que a mayor edad, la vaca ha tenido más crías.

Alimentación de la vaca: el manejo de la alimentación impacta de manera importante la concentración de grasa y proteína de la leche, como se mencionó anteriormente (tabla 4). Aquellas estrategias que optimizan la función ruminal normalmente ayudan a maximizar la producción de leche y el contenido porcentual de sus componentes. La alimentación de la vaca naturalmente provee, directa o indirectamente, los nutrimentos que son precursores de los componentes sólidos de la leche. El incremento en el consumo de alimentos resultará en un mayor volumen de leche producida; generalmente, los rendimientos de grasa,

proteína y lactosa también aumentan proporcionalmente a medida que se incrementa el volumen de leche. Algunos otros factores de la alimentación de la vaca que influyen en la composición de la leche son:

- **Relación forraje: concentrado:** en base seca, la relación mínima de forraje:concentrado requerida para mantener el porcentaje de grasa de la leche es de aproximadamente 40 (forraje) a 60 (concentrado). Esta proporción es tan sólo una guía muy general, ya que existen otros factores que impactan sobre el contenido de grasa de la leche, tales como el pH del rumen, un incremento en la producción de ácido propiónico y una menor digestión de fibra. También el tipo y forma física de los ingredientes tienen un efecto sobre la grasa de la leche (15).
- **Cantidad de granos en la dieta:** es importante proporcionar la cantidad de hidratos de carbono no estructurales adecuada en la dieta de la vaca para incrementar el contenido de grasa y proteína en la leche. Un excesivo consumo de granos (hidratos de carbono no estructurales) y un desequilibrio en la cantidad de forraje en la alimentación puede reducir significativamente la cantidad de grasa en la leche.
- **Uso de aditivos para incrementar la producción de leche y el rendimiento de sus componentes:** se han desarrollado diversos productos inocuos que ayudan a mejorar la productividad del ganado y a modificar la composición de la leche. Sin embargo, la selección del producto depende de varios factores, entre ellos su relación costo:beneficio y su impacto sobre la calidad e inocuidad de la leche. Algunos de los aditivos más empleados en la alimentación del ganado lechero son los productos para regular el pH ruminal (amortiguadores o buffers) que, en dietas con abundantes granos, evitan problemas de acidosis y disminución en la cantidad de grasa en la leche. Como ejemplos se citan el bicarbonato de sodio y el óxido de magnesio.

El uso de grasas protegidas en la dieta también es una práctica común en la alimentación de vacas de alta producción de leche. Su administración puede reducir ligeramente el porcentaje de proteínas de la leche e incrementar el de grasa.

El uso de cultivos de levaduras ayuda a estabilizar el ambiente ruminal y a mejorar la digestión de la fibra, lo cual se traduce en un mayor consumo de materia seca y del porcentaje de grasa de la leche.

Otros aditivos empleados para incrementar la producción de leche y mejorar su composición son los ionóforos, que son antibióticos que limitan el crecimiento de ciertos microorganismos en el rumen, con lo que mejora la eficiencia en la fermentación de los hidratos de carbono y se incrementa la producción de ácido propiónico (16).

Tabla 4. Efecto potencial de diversos factores de la dieta en el contenido de grasa y proteína de la leche.

| Factor dietético | % grasa | % proteína |
|--|-------------------|---|
| Incremento en el consumo de alimento | Incremento | Incremento |
| Incremento en la frecuencia de alimentación | Incremento | Incremento ligero |
| Dieta baja en energía | Disminución | Disminución |
| Abundante consumo de hidratos de carbono no estructurales (>45%) | Disminución | Incremento |
| Consumo normal de hidratos de carbono no estructurales (34-40%) | Incremento | Sin cambios |
| Consumo excesivo de fibra | Incremento ligero | Disminución |
| Bajo consumo de fibra (<26% fibra neutro detergente) | Disminución | Incremento |
| Pequeño tamaño de partícula de la dieta | Disminución | Incremento |
| Alto contenido de proteína cruda | Sin efecto | Incremento ligero si la dieta es deficiente |
| Bajo contenido de proteína cruda | Sin efecto | Disminución si la dieta es deficiente |
| Proteína no degradable en el rumen (UIP 34-38%) | Sin efecto | Incremento ligero si la dieta es deficiente |

Fuente:

Waldner DN, Stokes SR, Jordan ER, Looper ML. Managing milk composition: maximizing rumen function. Oklahoma Cooperative Service, ANSI-4017.

Somatotropina bovina

La somatotropina (hormona de crecimiento) bovina (BST, por sus siglas en inglés) es una proteína natural que regula la producción de leche en la vaca. Esta hormona puede producirse usando tecnología de DNA recombinante, obteniéndose la somatotropina sintética o rBST, un producto autorizado por las autoridades de salud mexicanas y por la FDA para incrementar la producción de leche en las vacas.

Su administración es mediante inyección a la vaca. La somatotropina incrementa la síntesis de leche por parte de la glándula mamaria y coordina una serie de adaptaciones fisiológicas en otros tejidos para sustentar las necesidades de nutrimentos para la síntesis de leche. La composición (proteína, grasa y lactosa) de la leche de vacas tratadas con rBST no se modifica.

En los últimos diecisiete años se han realizado numerosos estudios sobre los efectos secundarios por consumo de leche de vacas tratadas con rBST; el último informe de la FDA (2009) concluyó que:

- El residuo de rBST en leche de vacas tratadas es insignificante en comparación con la cantidad de hormona del crecimiento humana que se produce en forma natural en el organismo humano. Además, debido a su naturaleza proteínica, la pequeñísima cantidad de rBST residual en la leche se digiere y absorbe como cualquier otra proteína de la dieta (17).
- El ser humano que ha bebido leche de vacas tratadas con rBST no absorbe a nivel intestinal cantidades biológicamente significativas de la misma (18).
- No se requieren estudios de toxicidad oral de mayor duración porque se ha demostrado que los residuos de rBST en leche de vacas tratadas no se encuentran biológicamente disponibles y, por tanto, no tendrían efectos biológicos (12).
- La concentración de factor de crecimiento similar a la insulina (IGF) en la leche de vacas tratadas es menor que la cantidad de IGF secretada normalmente en el tracto gastrointestinal y en otras partes del cuerpo humano. Por lo tanto, el contenido de rBST en la leche no aumenta la concentración normal de IGF en el hombre, ni local ni sistémicamente, por lo que el potencial riesgo de desarrollo de tumores no se incrementa. En resumen, el consumo de leche de vacas tratadas con rBST es seguro (18).
- El consumo de leche de vacas tratadas con rBST es seguro incluso en niños recién nacidos, preescolares y niños.
- Según las pruebas más recientes sobre el efecto de la rBST en el desarrollo de quistes en tiroides e infiltración en próstata en ratas se concluyó que los cambios observados en ambos órganos no evidencian el efecto de la rBST.
- La incidencia de mastitis puede incrementarse en vacas tratadas con rBST y, por tanto, es necesario emplear una mayor cantidad de antibióticos en animales enfermos. Sin embargo, mediante la aplicación de buenas prácticas pecuarias, el uso racional de estos antimicrobianos, la separación de los animales tratados y el desecho de la leche producida por éstos, el consumo de leche proveniente de vacas inyectadas con rBST no representa ningún peligro, salvo que se hayan empleado en ellas elevadas dosis de antibióticos.

Calidad microbiológica de la leche

Debido a su riqueza en nutrimentos, la leche es un medio de cultivo ideal para muchos microorganismos, algunos de ellos patógenos y otros que afectan las propiedades fisicoquímicas y organolépticas de la leche. Los factores intrínsecos a la vaca como el medio ambiente, el manejo y el transporte de la leche son fuentes de contaminación de la leche si no se controlan adecuadamente.

Un establo limpio y bien manejado, el empleo de vacas sanas y las buenas prácticas de ordeño tienen un impacto positivo sobre la calidad microbiológica de la leche. Por el contrario, el estiércol, lodo y una elevada incidencia de mastitis afectan los parámetros microbiológicos de la leche.

Existen normas a nivel nacional que señalan que la cuenta máxima de bacterias mesófilas aerobias en leche apta para consumo humano debe ser de 1,200,000 unidades formadoras de colonias (UFC/ml) (19). En ellas se señala que mientras mayor sea el contenido de bacterias mesófilas, puede ser mayor el riesgo de contaminación por patógenos, así como el crecimiento de los mismos en productos terminados (14).

Las plantas procesadoras también establecen sus propias especificaciones de calidad microbiológica de la leche cruda, y son motivo de premio y/o castigo al productor; como ejemplo podemos citar las siguientes:

- Unidades formadoras de colonias: máximo 50,000 UFC/ml.
- Cuenta de células somáticas: máximo 500,000 CS/ml.
- Coliformes: máximo 300 UFC/ml
- Cuenta de colonias en leche pasteurizada en el laboratorio (CLP).

Algunas de las medidas de control para prevenir la contaminación de la leche cruda más comúnmente usadas (20) son:

- Estado de salud de los animales.
- Buenas prácticas de ordeño.
- Limpieza y desinfección del equipo y superficies que están en contacto con la leche.
- Limpieza y desinfección de las instalaciones.
- Higiene del personal.
- Refrigeración inmediata de la leche a una temperatura menor a 6°C.

Desde luego, toda la leche cruda debe pasteurizarse para destruir los microorganismos presentes en la leche.

Por lo que respecta a la posible presencia de priones en la leche, el Foro Internacional de Enfermedades Transmisibles en Animales (TAF) concluyó que no existen evidencias epidemiológicas que indiquen que leche de bovino sea un factor de transmisión de la encefalopatía espongiforme bovina (“enfermedad de las vacas locas”) (21).

Residuos de antibióticos en leche

Los residuos de antibióticos en leche podrían representar un problema de salud pública. Sin embargo, tanto la normatividad oficial como las especificaciones que exigen las plantas procesadoras de leche han obligado al productor a tomar medidas estrictas para evitar la presencia de sustancias indeseables en la leche.

Cuando la leche es recogida por la pipa en los establos, se realiza un muestreo y análisis rápido. Cualquier leche positiva para la presencia de antibióticos es rechazada, lo cual representa una gran pérdida para el productor. Para evitar esta situación, en los establos se siguen algunas de las siguientes medidas preventivas:

- Identificación adecuada de vacas en tratamiento.
- Separación de vacas en tratamiento y concientización de los empleados de cuáles vacas están en tratamiento.
- Aislamiento de vacas recién adquiridas y análisis de su leche.
- Respeto por los tiempos de retiro del antibiótico.
- Eliminación de la leche de vacas tratadas.

- Análisis de la leche de vacas sospechosas en caso de que no se esté seguro del tratamiento o tiempo de retiro del antibiótico.
- Muestreo de los tanques o recipientes que contengan la leche en caso de que se sospeche contaminación con antibióticos.
- Seguimiento de las indicaciones del fabricante del medicamento aplicado.
- Conservación de registros adecuados de los tratamientos.

Sabor y olor de la leche

La aceptación de la leche por parte del consumidor depende en gran parte de su sabor. Normalmente, en la producción láctea pueden presentarse muchos factores que pueden producir sabores y olores desagradables. Sin embargo, afortunadamente están bien estudiados por lo cual pueden prevenirse y controlarse mediante buenas prácticas de alimentación, manejo e higiene del ganado, buenas prácticas de ordeño y un adecuado proceso de la leche.

Conclusiones

La leche se define como la secreción natural de las glándulas mamarias de los mamíferos destinada como alimento para sus crías. Está compuesta por agua, grasa, proteína, lactosa y minerales. El alvéolo es la unidad funcional de producción de leche. Está formado por capilares sanguíneos y células mioepiteliales que absorben de la sangre circulante los precursores de la leche, sintetizan los componentes de la leche y los liberan al lumen del alvéolo.

La leche de calidad es aquel producto que cumple consistentemente con las expectativas nutricionales, sanitarias y organolépticas del consumidor por las que se está pagando.

A nivel mundial, la leche de vaca representa el mayor volumen de consumo; sin embargo, otras especies lecheras como la cabra, la oveja y la búfala, juegan un papel importante y la composición de sus leches varía ampliamente entre sí.

La composición y calidad de la leche dependen de diversos factores. El ordeño influye en la salud de la ubre y en la calidad microbiológica de la leche, por lo que deben cuidarse aspectos mecánicos y de higiene durante el mismo. Los componentes de la leche también se ven afectados por la época del año, la etapa de lactancia, el número de parto y el nivel de producción del animal, así como de su salud. La alimentación impacta de manera significativa el contenido de proteína y grasa. El empleo de aditivos alimenticios inocuos para el consumidor final ayudan a mejorar la productividad del ganado y a modificar la composición de la leche. La somatotropina sintética o rBST se emplea para incrementar la producción de la leche. Debido a que sus residuos son mínimos e inocuos, su uso está autorizado por las autoridades sanitarias mexicanas y por la FDA.

La calidad microbiológica de la leche depende de la higiene de las instalaciones, de las condiciones de ordeño y de la salud de la animal. Por norma, la cuenta máxima de bacterias mesofílicas aerobias en la leche debe ser menor a 1,200,000 UFC/ml. No existen evidencias que indiquen que la leche de vaca sea un factor de transferencia de la encefalopatía espongiiforme bovina (enfermedad de las “vacas locas”). Toda la leche cruda debe pasteurizarse para destruir los microorganismos presentes en la leche.

Para evitar residuos de antibióticos en leche y así cumplir con las especificaciones oficiales, deben respetarse los tiempos de retiro, segregarse a los animales en tratamientos y desechar la leche de los mismos.

Bibliografía

1. Wattiaux M. 20 Secreción de leche por la ubre de una vaca lechera.. Babcock Institute, Univ. Wisconsin-Madison.
http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkcoc/20_s.pdf (consultada el 30 de agosto de 2010).
2. Pérez M. Manual sobre ganado productor de leche. Ed. Diana. México, 1982.
3. Ávila S. Producción intensiva de leche. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. (C.E.C.S.A.). México, 1985.
4. (Autores varios). Memorias del curso de capacitación en sistemas SQF. Safety and Quality Food Institute. México, 2006.
5. World milk production.
<http://www.dairyco.org.uk/datum/milk-supply/milk-production/world-milk-production.aspx>
(consultada el 30 de agosto de 2010).
6. Haenlein G. Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk. En: <http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-10.htm>. (consultada el 30 de agosto de 2010).
7. <http://www.milkproduction.com/Library/Articles/default.htm> (consultada el 30 de agosto de 2010).
8. Wattiaux M. 21 Principios del ordeño. Babcock Institute, Univ. Wisconsin-Madison.
http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkcoc/21_s.pdf (consultada el 30 de agosto de 2010).
9. Wattiaux M. 25 Procedimiento del ordeño. Babcock Institute, Univ. Wisconsin-Madison.
http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkcoc/25_s.pdf (consultada el 30 de agosto de 2010).
10. Food and Drug Administration. Pasteurized Milk Ordinance. USA, 2007.
<http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/Product-SpecificInformation/MilkSafety/NationalConferenceonInterstateMilkShipmentsNCIMSMoelDocuments/PasteurizedMilkOrdinance2007/ucm063876.htm> (consultada el 30 de agosto de 2010).
11. Bourges H. Nutrición y alimentos: su problemática en México. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. (C.E.C.S.A.). México, 1982.
12. Jandal, JM. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Res* 1996; 22: 177-185.
13. Waldner DN, Stokes SR, Jordan ER, y Looper ML. Managing milk composition: normal sources of variation. Oklahoma Cooperative Service, ANSI-4016.
<http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2028/ANSI-4016.pdf> (consultada el 30 de agosto de 2010).

14. Reyes A, Soltero S. Requerimientos de mejora en calidad de leche cruda en México. En: <http://cofocalec.org.mx/docs/REQUERIMIENTOS%20DE%20MEJORA%20EN%20CALIDAD%20DE%20LECHE%20CRUDA%20EN%20MEXICO.pdf> (consultada el 30 de agosto de 2010).
15. Waldner DN, Stokes SR, Jordan ER, y Looper, ML. Managing milk composition: maximizing rumen function. Oklahoma Cooperative Service, ANSI-4017.
<http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2033/ANSI-4017web.pdf> (consultada el 30 de agosto de 2010).
16. Waldner DN, Stokes SR, Jordan ER, y Looper, ML. Managing milk composition: feed additives and production enhancers. Oklahoma Cooperative Service, ANSI-4018.
<http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2020/ANSI-4018.pdf> (consultada el 30 de agosto de 2010).
17. Cornell University Program on Breast Cancer and Environmental Risk Factors in New York State (BCERF): Consumer Concerns about Hormones in Food. Fact sheet #37. USA, junio 2000.
<http://envirocancer.cornell.edu/factsheet/diet/fs37.hormones.pdf> (consultada el 30 de agosto de 2010).
18. Food and Drug Administration. Report on the Food Administration's review of the safety of recombinant bovine somatotropin. USA, abril 2009. <http://www.fda.gov/AnimalVeterinary/SafetyHealth/ProductSafetyInformation/ucm130321.htm> (consultada el 30 de agosto de 2010).
19. Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias.
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/184ssa12.html> (consultada el 30 de agosto de 2010).
20. Shearer JK, Bachman KC, Boosinger J. The production of quality milk. University of Florida. IFAS Extension. DS61. Junio 2003.
<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/DS/DS11200.pdf> (consultado el 30 de agosto de 2010).
21. Transmissible Animal Diseases Forum: TAF's position paper on the safety of milk and milk products with respect to prion diseases (TSE's) of domesticated ruminants. TAF's. Berne, 2009.
http://tafsforum.org/position_papers/TAFS_POSITION_PAPER_MILK_2009_FEB.pdf (consultada el 30 de agosto de 2010).

2. GENERALIDADES DE LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LÁCTEOS.

Lic. Nut. Mónica Maza Pastrana

Lic. Nut. Paola Legorreta Cao

Valor de la leche en el contexto de la alimentación humana

Se considera que en los primeros meses de vida la leche humana es el alimento ideal para el recién nacido; sin embargo, a lo largo de la vida, la leche de origen animal (vaca, cabra, oveja, etc.) y sus derivados también pueden ser incluidos como parte de una alimentación correcta, ya que proporcionan nutrimentos indispensables de alta biodisponibilidad, no representan un riesgo para la salud pues los procesos industriales permiten su inocuidad, son accesibles, agradables a los sentidos y, gozan de una gran aceptación en la mayoría de las culturas (1).

Es importante destacar que la aceptación y el atractivo sensorial de los alimentos varía y depende mucho de los hábitos, costumbres, creencias (religiosas o no) y necesidades, de cada cultura en las diferentes etapas de su evolución, así como de los intercambios, ya sea culturales como comerciales, que se dan entre los diferentes pueblos. Es así que a través del tiempo la industria de alimentos ha buscado adaptarse a las necesidades y exigencias de la población al diversificar la producción de la leche y sus derivados, dando por consiguiente un mercado que ofrece una enorme cantidad de productos lácteos con características particulares. A continuación se mencionarán los más comunes y los principales procesos industriales a los que son sometidos.

La leche y sus constituyentes

En México la definición de leche de acuerdo a Norma Oficial Mexicana 155 es “el producto obtenido de la secreción de las glándulas mamarias de las vacas, sin calostro el cual debe ser sometido a tratamientos térmicos u otros procesos que garanticen la inocuidad del producto; además puede someterse a otras operaciones tales como clarificación, homogeneización, estandarización u otras, siempre y cuando no contaminen al producto y cumpla con las especificaciones de su denominación” (2).

El contenido nutrimental de la leche es característico para cada especie, sin embargo, en nuestro país, la leche más consumida es de origen bovino, la cual, en cualquiera de sus presentaciones, es buena fuente de riboflavina (vitamina B₂), vitamina A (retinol), fósforo y calcio de alta biodisponibilidad -gracias a la presencia de lactosa- vitamina D y una adecuada relación calcio: fósforo (mayor o igual a la unidad) (1, 3). La digestibilidad del calcio y del fósforo provenientes de la leche es muy buena debido en parte a que se encuentran en conjunto con la caseína (4).

Como se sabe, la leche de origen animal -a diferencia de la leche humana- no debe ser consumida cruda pues en dicho estado podría contener microorganismos patógenos y por lo tanto implicar un riesgo para la salud; por ello dentro de los procesos de industrialización de la leche es indispensable llevar a cabo su pasteurización, ultrapasteurización o microfiltración, previa clarificación en cualquiera de estos tres procesos térmicos. Sin embargo, existen también otros procesos como la homogeneización que se utilizan básicamente para otorgar características organolépticas más agradables al producto: en el caso de la leche, evita que se formen grumos y nata, mientras que en el caso de productos fermentados previene el cremado (separación de fases) y genera una mejor textura (5).

Cabe mencionar que durante algunos tratamientos térmicos, la leche puede sufrir cambios de color debido a reacciones de caramelización y de Maillard adquiriendo una tonalidad menos blanca, aunque se ha visto que en el caso de la pasteurización y homogenización se dan cambios en las moléculas de proteína y grasa que por el contrario, le confieren una coloración más blanca (5, 6).

Por otro lado se ha demostrado que, dependiendo de la combinación utilizada de tiempo y temperatura, se logra que las propiedades nutrimentales de la leche no se modifiquen de manera importante, aunque si ocurriese lo contrario, existen procesos de estandarización para restituir los nutrimentos perdidos. Sin embargo, se ha comprobado que los cambios más significativos en las propiedades de la leche se dan durante el almacenamiento (5).

Es importante tener presente que cuando se obtiene un alimento para su industrialización y comercialización debe cumplir con ciertos requisitos básicos. En el caso de la leche de vaca y según lo estipulado en las Normas Oficiales Mexicanas, se debe asegurar un contenido específico y constante de nutrimentos. En cuanto al contenido de lípidos, el proceso de estandarización permite ajustar el porcentaje de grasa de acuerdo a las especificaciones de la leche entera, parcialmente descremada y descremada; en el caso del contenido de proteínas, la caseína debe constituir aproximadamente el 70% de éstas, mientras que debe asegurarse una relación caseína-proteína de al menos 70% (por peso); además de contener de 310 a 670 g/L equivalentes de retinol (1033 a 2333 UI/l) de forma natural o por restauración y de 5 a 7.5 g/L vitamina D₃ (200-300UI/l) (7).

Composición química de la leche

Agua: el contenido de agua de la leche de las diferentes especies de mamíferos puede variar del 36 al 90.5%; sin embargo normalmente representa el 87% del contenido total de la leche. Dicha variación se debe a la alteración de cualquiera de sus otros componentes: proteínas, lactosa y, sobre todo, grasa. Por su importante contenido de agua, la leche permite que la distribución de sus componentes sea relativamente uniforme y de esta forma cualquier cantidad de leche, por pequeña que sea, contiene casi todos los nutrimentos disponibles (8).

Grasa: los lípidos figuran entre los constituyentes más importantes de la leche y sus derivados, ya que confieren características únicas de sabor, contenido nutrimental y propiedades físicas. La grasa de la leche es una buena fuente de energía y un excelente medio de transporte de las vitaminas liposolubles A, D, E, y K. El caroteno, precursor de la vitamina A, da a la leche el color “crema”.

Algunos de los productos que son fabricados a partir de la grasa de leche son la mantequilla, los helados y las cremas.

La fracción grasa de la leche se presenta en forma de glóbulos microscópicos de unas 4.4 μ diámetro en forma de emulsión. Tanto el contenido total de lípidos como el de ácidos grasos puede variar considerablemente como respuesta a cambios en la dieta, raza del animal y el estado de lactancia entre un 3 y un 6%, aunque típicamente el contenido de grasa puede estar entre 3.5% y 4.7% (2, 8). El factor que más influye en el contenido de lípidos en la leche es, en definitiva, la especie animal (tabla 1).

La composición grasa de la leche está conformada en su mayoría por triglicéridos (aproximadamente 98%), diacilglicerol (2%), colesterol (menos del 0.5%), fosfolípidos (alrededor del 1%) y ácidos grasos libres (0.1%) (2, 8). Debido a que la grasa de la leche se encuentra relativamente emulsificada, es de fácil digestión (9).

En la leche de vaca, los ácidos grasos saturados constituyen el 70% del peso total de la grasa, siendo el ácido palmítico (16:0) el más común ya que representa el 30% de la grasa láctea por peso, seguido por el ácido mirístico (14:0) y esteárico (18:0), que constituyen el 11 a 12% del peso. El 10.9% de los ácidos grasos saturados son de cadena corta (C4:0-C10:0). El contenido de ácido butírico (4:0) y capríico (6:0) en promedio es del 4.4%, y apenas representan el 2.4% del total de ácidos grasos (10).

El ácido butírico es un ácido graso saturado de cuatro átomos de carbono, único en los lácteos. Este ácido graso es el principal sustrato de los colonocitos para la obtención de energía, comparado con la glucosa, glutamina y cuerpos cetónicos.

Aproximadamente el 2.7% de los ácidos grasos de la leche son ácidos grasos *trans*, con una o más dobles ligaduras. La grasa de la leche también contiene ácidos grasos linoléicos conjugados (ALC). Existen evidencias experimentales que implican a estos ácidos grasos en la reducción de peso y volumen del adenocarcinoma de mama y colon en modelos animales; también se ha indicado que pueden estimular la actividad de la enzima carnitin-palmitoiltransferasa en el músculo, lo que indica que pueden favorecer la pérdida de peso, ya que producen la movilización del tejido adiposo y conservan las reservas proteínicas (11-13).

Tabla 1. Contenido de lípidos en la leche de diferentes especies de mamíferos.

| | Sólidos totales | Lípidos | Proteínas | Hidratos de carbono (lactosa) |
|-------------------|-----------------|---------|-----------|-------------------------------|
| Rinoceronte negro | 8.8 | 0.2 | 1.2 | 6.6 |
| Yegua | 10.5 | 1.3 | 1.9 | 6.9 |
| Mujer | 12.4 | 4.1 | 0.8 | 6.8 |
| Vaca | 12.4 | 3.7 | 3.2 | 4.6 |
| Oveja | 18.2 | 7.3 | 4.1 | 5.0 |
| Rata | 22.1 | 8.8 | 8.1 | 3.8 |
| Perro | 22.7 | 9.5 | 7.5 | 3.8 |
| Reno | 26.3 | 10.9 | 9.0 | 3.4 |
| Ratón | 29.3 | 13.1 | 9.0 | 3.0 |
| Conejo | 31.2 | 15.2 | 10.3 | 1.8 |
| Oso pardo | 33.6 | 18.5 | 8.5 | 2.3 |
| Morsa | 41.0 | 30.7 | 8.6 | 0.3 |
| Foca elefante | 64.4 | 48.8 | 7.6 | 0.3 |

Fuente: Bourges H. Los motivos de la lactancia. Cuad Nutr 1990; 13: 5-12.

Proteínas: la función primaria de las proteínas lácteas es el aporte suficiente de aminoácidos indispensables y de nitrógeno orgánico para la síntesis y reparación de tejidos y otras proteínas de importancia biológica (14). La leche de vaca es considerada una excelente fuente de proteínas de alto valor biológico, ya que contiene los diez aminoácidos indispensables.

La fracción de proteínas de la leche corresponde regularmente al 3-4% y se distinguen dos categorías principales que se definen por su composición química y propiedades físicas: la caseína, que constituye el

70% de las proteínas de la leche, contiene fósforo y coagula o se precipita a un pH de 4.6; y las seroproteínas (proteínas del suero de la leche), que representan el 20% restante, no contienen fósforo sino sulfuro y permanecen en solución en la leche a un pH de 4.6 (8).

- **Caseínas:** están constituidas por las fracciones α , β , κ y γ caseínas, que se distinguen entre sí por su composición de aminoácidos y propiedades funcionales. Las caseínas se encuentran suspendidas en la leche a través de micelas, formadas por complejos macromoleculares de fosfoproteínas y glucoproteínas en suspensión coloidal. El papel nutricional de la caseína es el suministro de aminoácidos, calcio y fósforo inorgánico (9).
- **Proteínas del suero de leche:** también conocidas como seroproteínas, se consideran proteínas solubles y se clasifican principalmente en albúminas y globulinas, entre las que se incluyen α -lactoalbúminas, β -lactoglobulinas, inmunoglobulinas, proteasas-peptonas y otros compuestos nitrogenados minoritarios no específicos como lactoferrina y lisozima (15). Las seroproteínas son consideradas proteínas de alto valor biológico que cuentan con un amplio perfil de aminoácidos que incluye aminoácidos azufrados como la cisteína y la metionina, aminoácidos de cadena ramificada y lisina y triptofano, con lo que se compensan las deficiencias de la caseína (16).

Industrialmente, las proteínas del suero de leche se utilizan en la fabricación de fórmulas infantiles, alimentos para deportistas y como fuente de aminoácidos de cadena ramificada (leucina, isoleucina, valina) para las fórmulas especializadas (14).

La relación seroproteínas/caseína es de aproximadamente 0.2 en la leche de vaca, mientras que en la leche humana es cercana a 2.0, lo cual debe tomarse en cuenta cuando se intenta imitar con la leche de vaca a la leche materna (16).

Lactosa: es el principal hidrato de carbono de la leche, y la contiene en un 4.5% aproximadamente. Es un 85% menos dulce que la sacarosa o azúcar común y contribuye, junto con las sales, en el sabor global de la leche, siendo las cantidades de lactosa y sales inversamente proporcionales. La lactosa es fácilmente transformada en ácido láctico por la acción de bacterias.

La cantidad de leche que se sintetiza en los mamíferos depende de la lactosa producida. Para el ser humano, la lactosa constituye la única fuente de galactosa, un importante constituyente de los tejidos nerviosos.

Minerales: la leche aporta elementos minerales indispensables para el organismo humano y es la fuente más importante de calcio biodisponible de la dieta. Su buena absorción se da gracias a la presencia de lactosa y de vitamina D y a su unión con los fosfopéptidos derivados de la hidrólisis de la caseína, además de que la adecuada relación calcio:fósforo (mayor a la unidad) favorece su absorción en el intestino humano (1, 3). Por ello se considera que la leche de vaca es la mejor fuente de calcio tanto para el crecimiento de los huesos en jóvenes como para el mantenimiento de la integridad ósea en los adultos (14). En la tabla 2 se muestra el contenido de calcio de diferentes presentaciones de leche y yoghurt.

La leche de vaca contiene alrededor de 7 gramos de minerales por litro en promedio. La distribución y concentración de estos elementos en la mezcla de fases que la constituyen varía de acuerdo al mineral de que se trate (17).

Tabla 2. Contenido de calcio en leche y yoghurt.

| Alimento | Cantidad | Calcio (mg) |
|---|--------------|-------------|
| Leche entera pasteurizada | 1 taza | 285.6 |
| Leche entera en polvo | 4 cucharadas | 292 |
| Leche entera evaporada | ½ taza | 300 |
| Yoghurt entero | 1 taza | 274 |
| Leche semidescremada | 1 taza | 292.8 |
| Leche descremada | 1 taza | 302 |
| Yoghurt <i>light</i> | ⅔ taza | 141.2 |
| Yoghurt <i>light</i> de fruta | ¾ taza | 211.8 |
| Yoghurt natural de leche semidescremada | ½ taza | 219.6 |

Fuente: Sistema Mexicano de Equivalentes

En la fase *acuosa* continua se encuentran disueltas, conjuntamente con lactosa y compuestos nitrogenados solubles, sales minerales u orgánicas como citratos, fosfatos y cloruros de calcio, potasio, magnesio, sodio y trazas de hierro.

En la fase *coloidal* están en suspensión micelas de caseína insoluble que contienen aproximadamente un 20% del calcio y fósforo unidos a su estructura y sales compuestas de fosfato de calcio coloidal, citratos y magnesio en proporciones fijas, que contribuyen a estabilizar las micelas. Los glóbulos de grasa emulsionados contienen un 1% de fosfolípidos y en sus membranas se fijan hierro, cobre, zinc y manganeso. Más de la mitad del hierro y alrededor del 80% del zinc y cobre se fijan a micelas de caseína y entre el 15 y 30% del hierro, zinc y cobre se unen a las proteínas solubles.

La alimentación del animal y los cambios estacionales no influyen de manera significativa en la concentración de minerales en la leche, por lo tanto el contenido mineral casi no varía a lo largo del año.

El contenido de calcio, fósforo y magnesio no depende de la ingestión porque el animal puede recurrir a sus reservas óseas; tampoco se modifican las concentraciones de sodio, potasio y cloro aún cuando aumente la ingestión.

Vitaminas: La leche contiene una gran cantidad de vitaminas en diferente proporción.

- **Vitaminas liposolubles:** tanto la leche como los productos lácteos son considerados una importante fuente alimentaria de vitamina A; dicha vitamina interviene en funciones relacionadas con la visión, expresión génica, desarrollo embrionario, crecimiento, reproducción e inmunocompetencia. Tanto la vitamina A como sus precursores llamados carotenoides -principalmente β -caroteno- están presentes en distintas cantidades en la fracción grasa de la leche (9).

La vitamina D interviene en la absorción del calcio y fósforo en el intestino y resulta indispensable para el buen mantenimiento del esqueleto a lo largo de la vida. Se encuentra en muy bajas concentraciones en el caso de leche y derivados a los que no se les ha adicionado esta vitamina.

La vitamina E también llamada *tocoferol* es considerada un antioxidante que protege a las membranas de las células del daño por radicales libres. Además, participa en la respuesta inmunitaria. Incluso algunos estudios la consideran como un factor de protección de algunos tipos de cáncer y enfermedades cardiovasculares. Esta vitamina está presente en la leche en bajas concentraciones al igual que la vitamina K.

- **Vitaminas hidrosolubles:** tanto la leche como sus derivados contienen la gran mayoría de las vitaminas solubles en distintas cantidades, aunque destacan el contenido de vitamina B₂ (riboflavina) y niacina; la leche aporta en menor cantidad vitamina B₁ (tiamina), vitamina B₆ (piridoxina) y ácido fólico.

Propiedades fisicoquímicas de la leche

La leche es un líquido de sabor ligeramente dulce; es de color opalescente que, sin embargo, en un determinado volumen aparece blanco, aspecto que resulta de la dispersión de la luz producida por las micelas de fosfocaseinato de calcio. La leche contiene dos pigmentos principales: el *caroteno*, colorante amarillo de la fase grasa, por lo que la leche descremada, careciendo de dicho pigmento, presenta un color blanco-azulado; b) la *riboflavina*, pigmento amarillo-verdoso fluorescente que se encuentra en el suero. Cuando la proporción de caseína micelar disminuye, la leche adquiere un color grisáceo (9).

Algunas propiedades físicas de la leche como su densidad, viscosidad y tensión superficial dependen de sus constituyentes; otras como el índice de refracción y el punto crioscópico, dependen de las sustancias en solución; finalmente, otras como el pH y la conductividad, dependen únicamente de los iones o de los electrones, como es el caso del potencial de óxido-reducción.

Densidad: la densidad de la leche de una especie determinada no es un valor constante sino que varía con la temperatura y depende de dos factores: de la concentración de elementos disueltos y en suspensión (la densidad aumenta cuando el contenido de sólidos aumenta) y de la cantidad de grasa (la densidad disminuye cuando el contenido de grasa aumenta), es decir: la leche descremada tiene mayor densidad, mientras que la adición de agua a la leche hace que la densidad disminuya.

La densidad de las leches es variable. Los valores medios pueden estar entre 1.030 y 1.033 g/mL a 20 °C para la leche de vaca (6,16).

Tensión superficial: la presencia de sustancias orgánicas en la leche explica la disminución de su tensión superficial con relación a la del agua. Además, la tensión superficial disminuye al aumentar la temperatura. En promedio, a una temperatura de 15 °C, la leche entera tiene 47 – 53 din/cm y la leche descremada tiene 52 – 57 din/cm (mientras que el agua tiene 75 din/cm) (16).

Viscosidad: se puede traducir como la resistencia de los líquidos al flujo. Ésta disminuye (de forma más marcada que la tensión superficial) con el aumento de la temperatura; además aumenta cuando el pH de la leche disminuye debajo de 6.0. La viscosidad depende también de la presión: en un líquido newtoniano como la leche normal, la velocidad de flujo es proporcional a la presión. La leche es mucho más viscosa que el agua debido sobre todo a los glóbulos de grasa y las macromoléculas; así, cualquier modificación en el porcentaje de grasa y/o proteínas en la leche se refleja en un cambio en la viscosidad. A 10 °C, la leche entera tiene 2.8 centipoise y la leche descremada tiene 2.5 centipoise; mientras que a 30 °C, la leche entera tiene 1.65 centipoise y la leche descremada tiene 1.35 centipoise.

Índice de refracción: el aumento del índice de refracción en la leche es la suma de los aumentos dados por cada componente. La contribución de las sales es despreciable y la grasa que se encuentra fuera de la fase continua no interviene por lo que se prepara un suero para medir este índice.

Índice crioscópico (punto de congelación): se basa en la Ley de Raoult, que señala que tanto el descenso crioscópico como el ascenso ebulloscópico están determinados por la concentración molecular de las sustancias disueltas. Al enfriar una solución diluida se alcanza eventualmente una temperatura en la cual el solvente sólido (soluta) comienza a separarse. Dicha temperatura se conoce como punto de congelación de la solución (NOM 155). La leche congela a menos de 0 °C ya que las sustancias disueltas disminuyen el punto de congelación del solvente. El punto de congelación de la leche varía poco y es una de las medidas más constantes de la leche, siendo de -0.530 °H a -0.560 °H para la leche de vaca.

Punto de ebullición: por la causa arriba descrita, la leche hierve sobre los 100 °C (a nivel del mar (entre 100.17 °C y 100.5 °C); sin embargo, con el calentamiento se dan variaciones en el equilibrio: iones ↔ moléculas ↔ micelas que influyen en el resultado. En la práctica, este valor no se mide.

Conductividad eléctrica: se sabe que el agua ofrece una considerable resistencia al paso de la corriente eléctrica y su conductividad específica es muy débil: 0.5×10^{-6} mho (inverso de ohm/cm). En la leche, la presencia de electrolitos (cloruros, fosfatos, citratos) principalmente, y luego, de iones coloidales, disminuye la resistencia al paso de corriente.

La conductividad de la leche varía con la temperatura. A 25 °C los valores medios están entre 40×10^{-4} y 50×10^{-4} . La adición de agua disminuye la conductividad mientras que la acidificación de la leche la aumenta.

pH y acidez: la leche generalmente tiene una acidez de 1.3 a 1.7 g/l expresada en ácido láctico. La acidez normal de la leche se debe principalmente a su contenido de caseína (0.05 - 0.08%) y de fosfatos. También contribuyen a la acidez el dióxido de carbono (0.01 - 0.02%), los citratos (0.01%) y la albúmina (menos de 0.001%).

La acidez se mide con base a una titulación alcalina con hidróxido de sodio 0.1 N utilizando fenolftaleína como indicador o, en su caso, un potenciómetro para detectar el pH de 8.3 que corresponde al fin de la titulación (2). El pH de la leche está en promedio entre 6.6 y 6.8 a 20 °C, mientras que su acidez titulable está entre 14 y 21 a esta misma temperatura. Las leches pueden tener el mismo pH y por lo tanto la misma estabilidad en los tratamientos industriales y tener el mismo grado de "frescura" y sin embargo, presentar diferente grado de acidez y viceversa.

Potencial de oxido-reducción (redox): diversos factores intervienen en las propiedades oxido - reductoras de la leche como el oxígeno disuelto, la xantino-oxidación o la aldehído-reducción; la desnaturalización de las proteínas del suero de leche con la aparición de compuestos sulfurados; el ácido ascórbico, la riboflavina, la cisteína, el pH y probablemente la lactosa y la caseína (16). La leche fresca tiene un potencial redox positivo entre + 0.20 y + 0.30 V.

Leche y productos lácteos

Leche entera

Es el producto que una vez extraído por medio del ordeño y ser pasteurizado puede o no someterse a estandarización, agregando o extrayendo grasa, ya que en general la leche contiene entre un 2.2% y un 3.8% de grasa en materia seca (por peso) (2,6).

Leche descremada y leche parcialmente descremada

Son productos fabricados a partir de la reducción del contenido de grasa de la leche entera, ya sea de forma total o parcial a través de un proceso físico de separación que depende de la diferencia de densidades entre los glóbulos de grasa y la fase acuosa en la que están dispersos. Dicha separación puede hacerse por sedimentación, con centrifugas o bombas centrípetas (5,6). Posteriormente, los productos con reducido contenido de grasa se someten a un proceso de estandarización y restauración o adición de nutrimentos con el fin de recuperar las vitaminas liposolubles y minerales perdidos, y ajustar el contenido de grasa a menos del 0.5% o entre 0.6% y 2.8% según sea leche descremada o parcialmente descremada y así adecuarse a la normatividad. En México la leche que contiene entre 16 y 18 g/l de grasa butírica puede ser denominada “leche semidescremada” (2).

De este proceso, se obtiene por un lado la crema y por el otro, la leche con una consistencia y apariencia más ligeras, aún cuando el resto de los nutrimentos permanece prácticamente en la misma proporción. Cabe mencionar que el aporte de calcio y su absorción son muy similares en las leches reducidas en grasa y en la leche entera (18,19).

Las especificaciones para los diferentes tipos de leche según la norma oficial mexicana NOM-243-SS1-2010 (ver anexo 1) se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Especificaciones de la leche entera, parcialmente descremada y descremada.

| Tipo de leche | Densidad a 15 °C (g/ml) | Grasa butírica (g/l) | Acidez (ácido láctico) (g/l) | Sólidos no grasos (g/l) | Punto crioscópico °C (°H) | Lactosa (g/l) | Proteínas (g/l) | Caseína (g/l) |
|-------------------------|-------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|--|---------------|-----------------|---------------|
| Entera | min. 1.029 | min. 30 | 1.3-1.7 | min. 83 | -0.510°C (-0.530°H) y -0.536°C (-.560°H) | 43-50 | min. 30 | min. 21 |
| Parcialmente descremada | min. 1.029 | 6-8 | 1.3-1.7 | min. 83 | -0.510°C (-0.530°H) y -0.536°C (-.560°H) | 43-50 | min. 30 | min. 21 |
| Descremada | min 1.031 | max. 5 | 1.3-1.7 | min. 83 | -0.510°C (-0.530°H) y -0.536°C (-.560°H) | 43-50 | min. 30 | min. 21 |

Las leches que contengan entre 12 y 14% de grasa butírica pueden denominarse “leche semidescremada”.

La leche ultrapasteurizada y microfiltrada ultra deben tener un punto crioscópico de entre -0.499 °C (-0.520 °H) y -0.529 °C (-0.550 °H).

Leche con grasa vegetal

Se elabora a partir de leche descremada y se sustituye la mayor parte de la grasa butírica que correspondería tener por grasa vegetal comestible en las cantidades necesarias para ajustar el producto a las especificaciones de composición y sensoriales de la leche descritas en las normas de cada país. Este tipo de leche y sus derivados tienen la ventaja de ser productos con menor o nulo contenido de colesterol según la sustitución de la grasa sea parcial o total (2,7).

Leche en polvo, deshidratada o liofilizada

Es la leche que ha sido sometida a un proceso de secado por aspersión (deshidratación generalmente mediante atomización y evaporación). Puede estar estandarizada (en su contenido de grasa) o no, y si su contenido de grasa está entre el 12 y 14% puede denominarse “leche semidescremada” (2,5). Este producto llega también a producirse a partir de leche con grasa vegetal. Se presenta como un polvo color crema y para su consumo debe rehidratarse con agua.

Leche rehidratada

Es la leche que se obtiene mediante la adición de agua purificada a la leche en polvo, y se estandariza con grasa butírica en cualquiera de sus formas en las cantidades suficientes para que cumpla con las especificaciones descritas en las normas (2).

Leche reconstituida

Es la leche elaborada a partir de leche en polvo descremada o de ingredientes propios de la leche, tales como caseína, grasa butírica, lactosuero y agua purificada, con un contenido mínimo de 30 g/l proteína propia de la leche y aproximadamente 70% caseína con respecto a la proteína total, pudiendo contener grasa vegetal en las cantidades necesarias para ajustar el producto a las especificaciones de composición y sensoriales de la leche.

Leche deslactosada

En la población mexicana existe una alta prevalencia de intolerancia a la lactosa (20), es decir, el desarrollo de síntomas en personas que carecen o tienen una disminución de la actividad de la lactasa, enzima intestinal que digiere la lactosa de la leche. Al no digerirse, llega al colon, en donde las bacterias de la microbiota la fermentan, produciendo ácido y gases, lo que se manifiesta como diarrea, flatulencia y dolor abdominal.

La leche deslactosada constituye una opción para que las personas intolerantes a la lactosa se beneficien del consumo de leche. Industrialmente, la leche deslactosada se produce agregando la enzima lactasa a la leche, y después de la aplicación de un tratamiento térmico, la lactosa se escinde en los hidratos de carbono que la forman: glucosa y galactosa, ambos de absorción intestinal inmediata (2,7).

En México se ha autorizado el uso de lactasa derivada de *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Kluyveromyces fragilis (marxianus)* y *Kluyveromyces lactis*. Existen también yoghurts elaborados con leche deslactosada. Cabe mencionar que los productos deslactosados contienen una mínima cantidad de lactosa residual que en raros casos podría producir síntomas; sin embargo, en el caso de las leches fermentadas deslactosadas, dicho residuo se elimina prácticamente por acción de las bacterias propias del proceso.

Leche concentrada y/o evaporada

La leche evaporada es un producto mucho más espeso que la leche fluida normal que se obtiene por la remoción parcial de agua de la leche ya sea por medio de evaporación, ultrafiltración, ósmosis inversa o por la adición de productos propios de la leche hasta obtener una determinada concentración de sólidos de leche no grasos y grasa butírica. Puede ser estandarizada o no para cumplir con las especificaciones normativas, y si su contenido de grasa está entre el 5 y 6% puede ser denominada “leche semidescremada” (2,6).

Productos lácteos

Estos productos pueden ser elaborados a partir de leche entera, parcialmente descremada, descremada

y/o con grasa vegetal, por lo que en algunos casos se emplean aditivos emulsificantes, estabilizantes o espesantes para restituir o añadir consistencia, manteniendo las cualidades organolépticas y nutriólogicas del producto. Conviene recordar que la eliminación de grasa no conlleva a una reducción en el contenido de calcio.

Productos lácteos acidificados

Son los que se obtienen básicamente por la acidificación de la leche pasteurizada con agentes acidulantes. Los productos lácteos acidificados y los productos lácteos fermentados deben tener una acidez mínimo del 0.5% expresada como ácido láctico y su pH debe ser máximo de 4.4 (21).

Productos lácteos fermentados

Son productos obtenidos de la fermentación de la leche fresca o procesada, pasteurizada y entera, parcialmente descremada o descremada mediante la acción de microorganismos vivos (ver capítulo 4) (22). Como resultado de este proceso se da la reducción de los valores de pH con o sin coagulación, lo que contribuye a inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos y por lo tanto confiere inocuidad al producto. Subsecuentemente puede haber un ulterior tratamiento térmico.

Estos productos son muy versátiles ya que se les pueden adicionar ingredientes opcionales como edulcorantes, fruta, vegetales, cereales, cocoa, nueces, café y saborizantes, entre otros, que les confieren un valor agregado o incluso favorecen la salud de quien los consume. Tal es el caso de los prebióticos (fibra dietética) y probióticos (microorganismos con funciones benéficas) (ver capítulo 12). Además pueden encontrarse en diversas presentaciones: líquidas cremosas, o compactas, dependiendo del proceso de homogeneización.

El contenido nutrimental de los productos lácteos fermentados es muy parecido al de la leche con que son elaborados, con la ventaja de que pueden digerirse mejor que la leche por contener proteínas solubles y lactosa hidrolizada gracias al proceso de fermentación, lo que aumenta su digestibilidad y facilita su asimilación. El calcio destaca como un mineral presente en buena cantidad y de fácil absorción gracias al ácido láctico presente en estos alimentos.

Queso

Es el producto elaborado con la cuajada de leche estandarizada y pasteurizada, con o sin adición de crema, obtenida por la coagulación de la caseína con cuajo (renina) o pepsina extraídas del estómago de bovinos y porcinos; microorganismos acidolácticos, enzimas apropiadas (de *Bacillus cereus*, *Endothia parasitica*, *Mucor miehei*, *Mucor pusillus*; quimosina derivada de *Escherichia coli* K12 y *Kluyveromyces marxianus subesp. lactis*) o ácidos orgánicos comestibles, y con o sin tratamiento ulterior por calentamiento; drenado, prensado o no para separar el suero; con o sin adición de enzimas, mohos especiales, sales fundentes e ingredientes comestibles opcionales, dando lugar a las diferentes variedades de quesos y pudiendo por su proceso ser fresco, madurado o procesado (23).

Actualmente se producen quesos con diferentes ingredientes adicionales aceptados por las normas de nuestro país como especias, condimentos (incluyendo chiles), adobo, nueces, verduras, frutas, carne e incluso mariscos (máximo 10% o la mezcla de dos o más de éstos en cantidad menor al 10%) (24).

Los quesos se clasifican en:

1. Quesos frescos: tienen un alto contenido de humedad y por lo tanto una vida de anaquel corta, por lo que requieren refrigeración. Son de sabor suave, su consistencia va desde untable hasta rebanable y no tienen corteza. Se dividen en:
 - a) Frescales: Panela, Canasto, Sierra, Ranchero, fresco, blanco, enchilado y adobado, entre otros.
 - b) De pasta cocida: Oaxaca, Asadero, Mozzarella, Morral y Adobera, entre otros.
 - c) Acidificados: Cottage, crema, doble crema, Petit Suisse y Neufchâtel, entre otros.

2. Quesos maduros: son elaborados mediante la adición de microorganismos con temperatura y humedad controladas para provocar los cambios bioquímicos y físicos característicos del producto, de lo cual depende su vida de anaquel. Pueden o no requerir refrigeración. Son de pasta dura, semidura o blanda, con o sin corteza, pueden tener ojos típicos de fermentación (agujeros) o vetas coloreadas de los mohos empleados para su maduración. Se dividen en:
 - a) Madurados prensados de pasta dura: Añejo, Parmesano y Grana Padano, entre otros.
 - b) Madurados prensados: Cheddar, Chester, Chihuahua, Manchego, Brick, Edam, Gouda, Gruyere, Emmenthal, Cheshire, Amsterdam, butterkase, Coulomiers, Dambo, Erom, Friese, Fynbo, Havarti, harzerkase, Herrgardsost, Huskalsost, Leidse, Maribo, Norvergia, Provolone, Port Salut, Romadur, Saint Paulin, Samsøe, Svecia, Tilsiter, Jack, entre otros.
 - c) De maduración con mohos: azul, Cabrales, Camembert, Roquefort, Danablu, Limburger, Brie, entre otros.

3. Procesados: son elaborados a partir de la fusión de una mezcla de quesos a la que se le agregan sales fundentes (emulsificantes), aditivos e ingredientes opcionales. Son sometidos a un proceso térmico lo que les confiere una larga vida de anaquel. Pueden ser fundidos o fundidos para untar.

El contenido nutrimental de los quesos varía de acuerdo al tipo de queso así como de la tecnología utilizada. En el caso de las proteínas su contenido puede variar entre 8 y 40%, siendo siempre mayor al de la leche con la que se elabora. En todos los casos las proteínas son catalogadas como de alta calidad por su elevado contenido de aminoácidos indispensables (23).

Los quesos en general tienen una alta concentración de calcio (18,19) que aumenta conforme aumenta su tiempo de maduración, pues la pérdida de agua por eliminación del suero o por maduración provoca la concentración de los demás nutrimentos. Al aumentar el contenido graso del queso se incrementa el contenido de vitaminas liposolubles (A, D, E y K), mientras que disminuye el de vitaminas hidrosolubles. Además, los quesos en cuyo proceso el suero se elimina tienen un menor contenido de lactosa ya que ésta es soluble en agua.

La mayoría de los quesos se obtienen por coagulación enzimática de la leche y la subsecuente separación del suero, pero existen algunos como el Cottage y el queso crema que se obtienen por precipitación ácida.

Existen sin embargo quesos cuya materia prima es precisamente el suero y no la leche, como en el caso del requesón, por lo que sus características nutrimentales cambian radicalmente.

Suero

El suero de leche es el líquido obtenido de la coagulación de la caseína de la leche mediante la acción de enzimas coagulantes de origen animal (renina), vegetal o microbiano, por la adición de ácidos orgánicos o minerales de grado alimentario o por acidificación por intercambio iónico hasta alcanzar el punto isoeléctrico de la caseína. (25).

Los *quesos de suero* (requesón o ricotta) son productos obtenidos a partir del suero de quesos de leche entera, semidescremada o descremada pasteurizada de vaca, cabra u oveja que coagula por calentamiento en medio ácido para favorecer la obtención de la cuajada, la cual es salada, drenada, moldeada, empacada y etiquetada y posteriormente refrigerada para su conservación. Se pueden agregar otros ingredientes y aditivos alimentarios.

Crema

Es el producto en el que se ha reunido una fracción determinada de grasa y sólidos no grasos de la leche, ya sea por reposo, por centrifugación o reconstitución, sometida a pasteurización o cualquier otro tratamiento térmico que asegure su inocuidad. Existen diferentes denominaciones que dependen principalmente del contenido de grasa butírica: crema extra grasa (mín. 35%), crema (30%), media crema (mín. 20%) y crema ligera (mín. 14%). Existen también la crema fermentada o acidificada y la “crema vegetal”, que se obtiene de las emulsiones de grasas o aceites vegetales comestibles en leche o sólidos de leche y emulsificantes que posteriormente son sometidas a tratamiento térmico y que mantienen características semejantes a la crema de leche pero sin contener colesterol.

Mantequilla

Es el producto obtenido a partir de la grasa de la leche o la grasa de la crema al formar una emulsión de agua en aceite que se pasteurizada para inhibir las lipasas; se somete a maduración, fermentación (por *Lactococcus lactis*, *Streptococcus diacetylactis*, *Streptococcus* heterofermentativos y *Leuconostoc spp*) o acidificación, batido o amasado, pudiendo adicionársele o no sal, en cuyo caso no debe superar el 3%. La mantequilla en México debe contener un mínimo de 80% de grasa de leche y máximo un 16% de humedad (21,24).

Cuando se sustituye la grasa butírica de la mantequilla por grasa vegetal recibe el nombre de “margarina”, por lo que es un producto sin colesterol que actualmente se puede encontrar en un sinnúmero de presentaciones y con diversos condimentos.

Caseinatos

Un caseinato es una caseína que se ha vuelto soluble mediante la adición de un álcali como la sosa, la cal, y en menor proporción la potasa y el amoníaco. El caseinato más utilizado es el sódico. Los caseinatos se utilizan en la industria alimentaria por tres razones:

- Constituyen un buen aporte de proteínas de bajo costo.
- Tienen un poder emulsificante superior al de la mayor parte de los otros emulsificantes.
- Permiten una adecuada retención de agua en los productos cocidos.

La utilización de caseinatos en la industria alimentaria es variada y comprende:

- Productos de tipo lácteo: en la fabricación de “crema para café” (tipo de crema en polvo que contiene entre el 40 al 50% de materia grasa destinada a blanquear el café y amortiguar su sabor) y las “cremas batidas de imitación” en polvo, aerosol o congeladas (“whipped toppings”) utilizados en la elaboración de postres, bebidas lácteas saborizadas, etc...
- Productos queseros: en la fabricación de queso tipo cottage; permite reducir el contenido de materia grasa conservando la textura; también forma parte de la mezcla para los quesos fundidos.
- Productos no lácteos: se utilizan en la fabricación de galletas y pastelería, cereales de caja, y productos de salchichonería, entre otros (26).

Fórmulas infantiles

Aunque es tema que ocupa el capítulo 10, se mencionarán brevemente las características de las diferentes fórmulas:

- Fórmula para lactantes: producto elaborado a base de leche de vaca o de otros mamíferos u otros componentes comestibles de origen animal (incluido el pescado) o vegetal, que se consideren adecuados para la alimentación de los lactantes (27).
- Fórmula de continuación: producto elaborado con leche de vaca o de otros animales o con otros constituyentes de origen animal o vegetal destinado a ser utilizado para complementar o suplir la leche materna en la dieta de ablactación para lactantes a partir del sexto mes cuando son alimentados con leche materna o a partir de los cuatro meses cuando son alimentados con fórmulas para lactantes, o bien cuando el peso del lactante sea mayor de 6 Kg, así como para niños de corta edad.
- Fórmulas especializadas: son producidas para bebés con alteraciones metabólicas o enfermedades particulares; o bien creadas especialmente para bebés prematuros o con necesidades especiales.

Leche condensada azucarada

Es el producto obtenido mediante la rehidratación de leche en polvo o la evaporación parcial del agua de la leche (generalmente a través de presión reducida) adicionado o no de aditivos para alimentos e ingredientes opcionales y al que se ha agregado sacarosa y/o dextrosa u otro edulcorante natural hasta alcanzar una determinada concentración de grasa butírica y sólidos totales (2,21).

Dulces a base de leche

Son todos los productos elaborados por tratamiento térmico de la leche y edulcorantes. Pueden agregárseles aditivos para alimentos e ingredientes opcionales y se clasifican según su contenido de humedad (21) en productos:

- De baja humedad (< 12%) o endurecidos, como caramelos, chiclosos y jamoncillos, entre otros.
- De humedad intermedia (12 – 20%) procesados mediante evaporación, como cajeta y glorias, entre otros.
- De alta humedad (> 20%) preparados por coagulación, aireación y procesos enzimáticos como gelatinas, flanes, chongos, mousse y arroz con leche, entre otros.

Helados

Un helado es un alimento elaborado mediante la congelación con agitación de una mezcla pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos, que pueden contener grasas vegetales, frutas, huevo, sus derivados y aditivos. Los helados no deben tener una densidad menor de 475 g/l y deben tener una proporción de grasa, una de sólidos no grasos y otra de sólidos totales específicas según la normatividad de cada país (28).

Licores

Algunos licores contienen leche en su formulación. Como ejemplo se tienen:

- Rompope: es un licor de color amarillo y consistencia espesa, cuyos ingredientes son: yemas de huevo, leche, azúcar y alcohol, y opcionalmente almendra molida, vainilla y canela.
- Crema de whisky (o “café irlandés industrializado”): es la mezcla homogeneizada de whisky irlandés, crema, café negro y azúcar en una emulsión estable.

Lácteos modificados

Como se ha observado, los productos lácteos pueden sufrir cambios en su composición para obtener un beneficio adicional y/o cumplir con las necesidades del consumidor. Así pues, se han desarrollado productos reducidos en contenido de grasa, colesterol, azúcar o aporte energético; deslactosados; adicionados con minerales, vitaminas y/o antioxidantes, cuyas cantidades están reglamentadas y se calculan de acuerdo a la Ingestión Diaria Recomendada ponderada para la población mexicana, existiendo además límites máximos de adición de ciertos nutrimentos, para evitar efectos adversos por una ingestión excesiva (29). Para la adición de nutrimentos a los productos lácteos, se utilizan compuestos que tengan poca reactividad con los otros componentes, no provoquen cambios organolépticos y que al mismo tiempo tengan la mayor biodisponibilidad posible.

También ha cobrado gran importancia la adición, particularmente en las leches fermentadas y yoghurts, de otros nutrimentos como ácidos grasos indispensables (ω -3), fitoesteroles, prebióticos (fibra dietética) y probióticos, los que resultan benéficos para la salud de ciertos grupos de población.

A pesar de que se dedica el capítulo 12 en su totalidad a los alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche, en el presente capítulo se mencionan sucintamente su uso como aditivos en lácteos. A continuación se mencionan algunos de ellos y sus propiedades:

Prebióticos (fibra dietética): son ingredientes alimentarios no digeribles por las enzimas del tracto gastrointestinal del hombre cuya ingestión estimula de manera selectiva el desarrollo y la actividad de determinadas bacterias intestinales, actuando como sustrato. La fibra además absorbe cantidades importantes de agua, lo que contribuye a la disminución de problemas de estreñimiento, además de facilitar el intercambio de cationes.

Se sabe que una dieta con un alto contenido de fibra (y que, a su vez, contiene fitatos y oxalatos) limitan la absorción de calcio; por el contrario, diversos estudios sugieren que la fermentación de gomas, pectinas, almidón resistente, oligofructosa e inulina, por parte de la flora intestinal produce una disminución del pH y en general un efecto citotrófico lo que aumenta la absorción del calcio y la reabsorción en el colon de otros electrolitos (30,31) así como una mayor mineralización del hueso (32).

Otros estudios señalan que la oligofructosa y la inulina logran aumentar significativamente la carga de probióticos a expensas de componentes menos benéficos de la microflora (33) y que además logran alterar el metabolismo hepático de los lípidos, reduciendo así las concentraciones de triglicéridos y colesterol en sangre, mientras que la inulina (un texturizante y sustituto de grasa y azúcar) también disminuye la concentración de colesterol en sangre -e incluso posiblemente la de glucosa (34,35).

Por sus características la *inulina* es excelente para formular productos con bajo contenido de grasa como los sustitutos de mantequilla y cremas y para la elaboración de quesos (frescos, crema y procesados) y bebidas a base de leche. En cambio, la *oligofructosa* se usa mayormente en yoghurts, generalmente mezclada con la fruta para actuar junto con otros sustitutos de azúcar (36).

Probióticos: son microorganismos vivos no patógenos que tienen un impacto significativo en la composición de la microbiota intestinal, tanto cualitativa como cuantitativamente dado su potencial de producir metabolitos benéficos, promover la absorción de minerales e inhibir el crecimiento de microbiota patógena. Algunos de los microorganismos que generalmente se emplean como probióticos son *Bifidobacterium adolescentis* y *longum*; *Bacillus laterosporus*, *lactis* y *subtilis*; *Bifidus breve essensis* e *infantis*; *Streptococcus diacetylactis*, *faecium*, *intermedius* y *salivaris*; *Lactobacillus acidophilus*, *brevis*, *bulgaricus*, *casei*, *cellobiosus*, *curvatus*, *fermentum*, *helveticus*, *lactis*, *paracasei*, *rhamnosus* y *reuteri*; *Lactococcus lactis cremoris*; y *Saccharomyces boulardii*.

Para diseñar un producto lácteo con probióticos se consideran algunas características de las cepas y su interacción con el medio como la viabilidad del organismo, la tolerancia al ácido y la bilis, el antagonismo con otras bacterias, las propiedades de adherencia, la actividad proteolítica y la actividad de β -D-galactosidasa (lactasa). Además, para que los probióticos tengan un efecto positivo en el humano, es necesario tener determinadas concentraciones de organismos vivos en el producto (dependiendo de la cepa); de lo contrario, su efecto puede verse limitado (37).

Algunos de los beneficios que se han asociado con el consumo probióticos son la recuperación de la microbiota intestinal, inhibición de microorganismos patógenos, mejoramiento de la actividad del sistema inmunológico, disminución de intolerancia a la lactosa, reducción de los síntomas alérgicos y reducción de los efectos de infección por *Helicobacter pylori*. Existen además estudios que sugieren que las bifidobacterias disminuyen la concentración de colesterol en sangre por precipitación y/o asimilación (38,39).

Cuando se emplean prebióticos y probióticos en un mismo alimento para tener un efecto sinérgico, los productos que los contienen reciben el nombre de “simbióticos”

Fitoesteroles: son esteroides naturales de origen vegetal presentes en pequeñas cantidades en algunos alimentos como el aceite de girasol, aceite de maíz y aceite de soya. Son similares al colesterol humano. Su efecto más importante es la inhibición de la absorción intestinal del colesterol con su consecuente excreción, atribuyéndoseles un efecto hipocolesterolemizante hasta en un 15% si se ingieren entre 1 y 3 g/día (40,41). La industria se ha preocupado por desarrollar productos lácteos con adición de fitoesteroides para obtener estos beneficios.

Ácidos grasos omega 3 (ω -3): son ácidos grasos poliinsaturados indispensables (no son sintetizados por el hombre), que se encuentran en alta proporción en los tejidos de ciertos pescados grasos (pescado azul) como el pez espada, salmón, atún, sardina, trucha, arenque, boquerón; y en algunas semillas como la linaza, el cáñamo, la chía y las semillas de calabaza. Existen tres tipos de ácidos grasos ω -3: ácido eicosapentaenoico (EPA), ácido docosahexaenoico (DHA) y ácido α -linolénico (ALA). Este último se encuentra en las plantas y debe convertirse en EPA o DHA antes de tener un efecto en el organismo (42).

Se ha visto que los ácidos grasos ω -3 controlan los procesos inflamatorios del sistema inmunológico, como en el caso de la artritis reumatoide (43) y ejercen un efecto protector cardiovascular, lo que se ha asociado con la prevención de aterosclerosis, hipertensión e infarto (44). Además, estos ácidos grasos forman parte de las membranas celulares, lo que regula su permeabilidad y probablemente otras funciones.

Para elaborar productos lácteos con ácidos grasos ω -3 una vía consiste en la alimentación del ganado con una dieta específica, aunque la forma más sencilla de incluirlos en los productos lácteos consiste en agregar estos ácidos grasos directamente al producto.

Conclusiones

La leche de vaca, cabra y oveja y los productos lácteos pueden ser incluidos como parte de la dieta, ya que proporcionan nutrimentos indispensables de alta biodisponibilidad, no representan un riesgo para la salud, son accesibles, agradables y bien aceptados en la mayoría de las culturas.

La industria de alimentos ha buscado adaptarse a las necesidades y exigencias de la población al diversificar la producción de la leche y sus derivados, dando por consiguiente un mercado que ofrece una enorme cantidad de productos lácteos con características particulares.

En este capítulo se detalla la composición química y características fisicoquímicas de la leche y se describen los principales productos lácteos mencionando en forma breve su proceso de fabricación. Finalmente se mencionan los productos introducidos en el mercado en los últimos años, los cuales al ser deslactosados o adicionados de probióticos y prebióticos, ácidos grasos ω -3 y fitosteroles adquieren propiedades especiales favorables para la salud, más allá de las puramente nutricionales.

Bibliografía

1. Bourges H. Los alimentos y la dieta En: Casanueva E, Kaufer-Horwitz M, Pérez-Lizaur AB, Arroyo P (eds.). Nutriología Médica. 1ª ed. Editorial Médica Panamericana. México, 1995: 377-416.
2. Norma Oficial Mexicana. NOM - 155 - SCFI - 2003 Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. DOF 12 sep 2003.
3. Williams SR. Minerals- Calcium En: Nutrition and diet therapy, 7th ed. Mosby – Year Book, Inc. St Louis, 1993: 220-228
4. Guéguen L, Pointillart A. The bioavailability of dietary calcium. J Am Coll Nutr 2000;19 (suppl 2):119-136.
5. Lewis MJ. Heat treatment of milk. Towler C. Developments in cream separation and processing (chap 2). En: Robinson RK (ed). Modern dairy technology (volume 1). Advances in Milk Processing. 2nd ed. Chapman & Hall. London, 1994: 1-60.
6. Walstra P. Dairy technology: Principles of milk properties and processes. Marcel Dekker, Inc. NY, 1999.
7. NOM - 184 - SSA1- 2002 Productos y servicios. Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias. DOF 23 oct 2002
8. Badui S. Leche. En: Química de los alimentos, 1ª ed. Ed. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. México, 1986.: 373-399.

9. Miller, GD. The importance of milk and milk products in the diet. Handbook of dairy foods and nutrition. Boca Raton FL: National Dairy Council 2007.
10. García-Garibay M, López Munguía A. Biotecnología alimentaria. Productos lácteos. Ed. Limusa-Grupo Noriega Editores. México, 2004.
11. Evans NP, Misyak SA, Schmelz EM, Guri AJ, Hontecillas R, Bassaganya-Riera J. Conjugated linoleic acid ameliorates inflammation-induced colorectal cancer in mice through activation of PPAR γ . *J Nutr* 2010; 14: 515-521.
12. Lasa A, Simón E, Churrua I, Fernández Quintela A, Macarulla MT, Martínez JA, Portillo MP. Effects of trans-10, cis-12 CLA on liver size and fatty acid oxidation under energy restriction in hamsters. *Nutrition* 2010; 7:
13. Wang YW, Jones PJ. Conjugated linoleic acid and obesity control: efficacy and mechanisms. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004; 28: 941-955.
14. Aranceta Batrina J, Serra Majem L. Leche, lácteos y salud. Editorial Médica Panamericana. España, 2005.
15. La leche y los productos lácteos como alimentos composición y estructura en productos lácteos. Tecnología. Ediciones UPC. Cataluña, 2004.
16. Alais C. Il lattosio. Fisica e fisico-chimica del latte. Le proteine del siero. En: *Scienza del latte*, 3a ed. *Techniche Nuove*. Milano, 2000.
17. Closa, SJ, de Landeta, MC, Anderica, Daniel y cols. Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina. *ALAN*, set. 53-3(2003):320-324.
18. Chávez MM, Hernández M, Roldán JA. Tablas de uso práctico del valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México, 2ª ed. México (DF): CONAL INNSZ; 1992
19. Pérez-Lizaur AB, González BP, Castro ALB. Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes, 3ª ed. México (DF): Fomento de Nutrición y Salud, Ogali; 2008
20. Palma M, Rosado JL, López P, González C, Valencia ME. Intolerancia a la lactosa. Su definición, su prevalencia en México y sus implicaciones en el consumo de leche. *Rev Invest Clin* 1996; 48 (Suppl): 25-31.
21. Norma Oficial Mexicana. NOM – 243 - SSA1- 2002 Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias. DOF 16 oct 2000.
22. Norma Mexicana. NMX-F-444-1983, Alimentos - Yoghurt o leche búlgara. Modificación aprobada por el mismo Comité e integrado en el Suplemento al Programa Nacional de Normalización 2002. DOF 30 sep 2002.
23. Diario Oficial de la Federación. DOF Reglamento de control sanitario de productos y servicios. 9 ago 1999.
24. Utilización de los caseinatos en la industria alimentaria en ciencia de la leche: principios de la técnica lechera. Barcelona España: Editorial Reverté 1985.
25. Norma Oficial Mexicana. NOM-131-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.

26. Norma Oficial Mexicana. NOM - 086 - SSA1- 1994 Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones Nutrimientales. DOF 26 jun 1996.
27. Greger JL. Nondigestible carbohydrates and mineral bioavailability. *J Nutr* 1999;129 (suppl 7):1434-1435
28. Van den Heuvel EG, Muys T, Van Dokkum W, Schaafsma G. Oligofructose stimulates calcium absorption in adolescents. *Am J Clin Nutr* 1999;69(3):544-548 .
29. Abrams SA, Griffin IJ, Hawthorne KM, Liang L, Gunn SK, Darlington G, Ellis KJ. A combination of prebiotic short- and long-chain inulin-type fructans enhances calcium absorption and bone mineralization in young adolescents. *Am. J Clin Nutr* 2005;82:471-476.
30. Gibson GR, Beatty ER, Wang X, Cummings JH. Selective stimulation of bifidobacteria in the human colon by oligofructose and inulin. *Gastroenterology* 1995;108(4):975-982.
31. Fiordaliso M, Kok N, Desager JP, Goethals F, Deboyser D, Roberfroid M, Delzenne N. Dietary oligofructose lowers triglycerides, phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins of rats. *Lipids* 1995;30:163-167.
32. Delzenne NM, Daubioul C, Neyrinck A, Lasa M, Taper HS. Inulin and oligofructose modulate lipid metabolism in animals: review of biochemical events and future prospects. *Br J Nutr* 2002;87(suppl 2):255-259.
33. Frank A. Technological Functionality of inulin and oligofructose. *Br J Nutr* 2002; 87(suppl 2):287-291.
34. Ros E. Prebióticos y probióticos en la regulación del metabolismo de los lípidos. *Gastroenterología y Hepatología* 2003; 26(supl 1):31-36.
35. Klaver FAM, Van der Meer R. The assumed assimilation of cholesterol by *Lactobacilli* and *Bifidobacterium bifidum* is due to their bile-salt deconjugating activity. *Appl Environ Microbiol* 1993;59:1120-1124.
36. Tahri K, Crociani J, Ballongue J, Schneider F. Effects of three strains of bifidobacteria on cholesterol. *Letters in Applied Microbiology* 1995;21:149-151.
37. Nguyen TT. The cholesterol-lowering action of plant stanol esters. *J Nutr* 1999;129:2109-2112.
38. Hallikainen MA, Sarkkinen ES, Uusitupa M. Plant stanol esters affect serum cholesterol concentrations of hypercholesterolemic men and women in a dose-dependent manner. *J Nutr* 2000;130(4):767-776.
39. Nettleton JA. Omega-3 fatty acids: comparison of plant and seafood sources in human nutrition. *J Am Diet Assoc* 1991;91(3):331-337.
40. Calder PC. n-3 Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *Am J Clin Nutr* 2006;83(suppl 6):1505-1519.
41. Jung UJ, Torrejon C, Tighe AP, Deckelbaum RJ. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: mechanisms underlying beneficial effects *Am J Clin Nutr* 2008;87(suppl 6):2003-2009.

3. EL PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LA LECHE FLUIDA

MVZ Mónica Pérez Lizaur

La producción de los diferentes tipos de leche fluida combina una serie de operaciones como la clarificación y separación (para la producción de leches con menor contenido de grasa), estandarización, pasteurización o ultrapasteurización, y homogeneización. El objetivo de someter la leche cruda a estos procesos es obtener un producto de calidad sanitaria y organoléptica adecuada para las necesidades del mercado. No obstante, la producción de leche de calidad inicia desde el establo, en donde las buenas prácticas de crianza, ordeña, enfriamiento y almacenamiento de la leche inciden directamente con las características del producto final.

La manipulación, almacenamiento y transporte de la leche deben llevarse a cabo de forma que se evite su contaminación y se reduzca al mínimo la posibilidad de aumentar su carga microbiana. Es importante contar con un sistema de controles para producir leche y productos lácteos inocuos e idóneos. El contacto con equipos en condiciones insalubres o con sustancias extrañas es causa de contaminación de la leche; además, las temperaturas superiores a lo recomendable incrementan la carga microbiana de la leche y provocan cambios químicos indeseables en el producto (1).

Desde la producción de leche hasta los productos finales, todos los productos lácteos deben almacenarse a la temperatura apropiada y por el tiempo adecuado a fin de reducir al mínimo el crecimiento o desarrollo de microorganismos que puedan afectar su inocuidad y de evitar la sucesión de efectos negativos que alteren la idoneidad de los productos lácteos. Dado que la leche y los productos lácteos poseen un contenido de humedad muy alto que favorece la proliferación de agentes patógenos, el control del tiempo y de la temperatura constituye una medida fundamental para combatir tal proliferación durante todo su proceso, desde la manipulación de la leche hasta el almacenamiento y distribución de los productos lácteos. Precisamente por esta razón la leche pasteurizada para consumo directo, los postres elaborados con leche y los quesos blandos se consideran perecederos (1, 2).

A continuación, se describen los principales pasos a los que es sometida la leche cruda al llegar a la planta procesadora:

1. **Clarificación y separación:** se llevan a cabo por centrifugación, un método que separa sólidos de líquidos de diferente densidad mediante una centrífuga, la cual imprime a la mezcla un movimiento rotatorio con una fuerza mayor que la de la gravedad que provoca la sedimentación de los sólidos o de las partículas de mayor densidad. La centrífuga consiste de unos 120 discos apilados juntos, en ángulo de 45 a 60 grados y separados unos de otros por 0.4 a 2.0 mm (canales de separación). La leche se alimenta por el borde exterior de la pila del disco (3). Al hacer girar la leche cruda, la fuerza centrífuga permite la separación rápida de la grasa, obteniéndose una fracción líquida descremada por un lado, y la crema por otro. La centrifugación también remueve las impurezas sólidas de la leche (3)(figura 1).



Figura 1. Centrífuga de leche.

Fuente:AMG Industrial. Imagen donada por el Ing. Salvador Vázquez.

La centrifugación es una operación usada muy a menudo en la industria lechera. Además de la clarificación y de la separación de la grasa, la centrifugación tiene otros usos tales como la bactofugación (separación de bacterias de la leche), la separación del suero a partir de la cuajada y la separación del aceite de mantequilla y del suero de mantequilla a partir de la grasa de leche, formando grasa butírica anhidra (3).

Clarificación: es la remoción de las impurezas sólidas de la leche mediante centrifugación (4). Las partículas más densas que la fase continua de la leche se dirigen hacia el exterior o perímetro de la centrifuga. Entre estas partículas se encuentran células epiteliales, leucocitos, sedimento bacteriano y materia extraña. La cantidad de sólidos que se recoge es variable y debe retirarse de la centrifuga. Los procesos de separación y clarificación son continuos en las centrifugas más modernas que, además, cuentan con un sistema de autolimpieza (3).

Separación: es la separación de la grasa de la leche a partir de leche mediante el proceso de centrifugación. Bajo la influencia de la fuerza centrífuga, los glóbulos grasos (crema), que son menos densos que el resto de la leche (leche descremada), se dirigen hacia el centro de la centrifuga o eje de rotación a través de los canales de separación de la centrifuga. La leche descremada, en cambio, se mueve hacia la parte más externa del juego de discos (3).

La clarificación y la separación pueden llevarse a cabo simultáneamente en la misma centrifuga.

2. **Estandarización:** normalmente, el contenido de grasa de la leche varía entre especies animales o entre una vaca y otra y que puede deberse a la raza, a la dieta y al estado de lactancia de la vaca, entre otros factores. Con el fin de proveer al consumidor de un producto uniforme, la leche debe ser estandarizada, lo cual también es esencial para la elaboración de productos lácteos (5). Después de la separación, la grasa se adiciona nuevamente a la leche descremada para obtener un producto con el contenido de grasa deseado. Así puede obtenerse leche entera (30 g/l), parcialmente descremada (28 g/l), semidescremada (16 g/l) o leche descremada (0.5 g/l) (5,6).
3. **Pasteurización:** una vez que se han removido las impurezas sólidas de la leche y ésta ha sido estandarizada, es necesario eliminar los microorganismos patógenos presentes para asegurar la inocuidad de la leche (4). Con este fin, la leche se somete al proceso de *pasteurización*. El término “pasteurización” se refiere al tratamiento térmico al que se somete la leche o cualquier alimento consistente en una relación

de temperatura y tiempo que garantice la destrucción de organismos patógenos (6). En la tabla 1 se muestran las condiciones de pasteurización para leche y productos lácteos.

Tabla 1: Condiciones de pasteurización para leche y productos lácteos.

| Tipo de Pasteurización | Producto | Almacenamiento | Temperatura de proceso | Tiempo de proceso |
|-------------------------------|--|--|-------------------------------|--------------------------|
| Lote | Leche | Refrigeración | 62.8°C | 30 min |
| Lote | Productos viscosos o con más de 10% grasa o endulzante | Refrigeración | 65.6°C | 30 min |
| Lote | Postres congelados | Refrigeración | 68.3°C | 30 min |
| Continua, HTST | Leche | Refrigeración | 71.7°C | 15 s |
| Continua, HTST | Productos viscosos o con más de 10% grasa o endulzante | Refrigeración | 74.4°C | 15 s |
| Continua, HTST | Postres congelados | Refrigeración | 79.4°C | 25 s |
| Continua, HTST | Postres congelados | Refrigeración | 82.2°C | 15 s |
| Continua, HTST | Leche | Refrigeración | 88.3°C | 1 s |
| Continua, HTST | Leche | Refrigeración | 90.0°C | 0.5 s |
| Continua, HTST | Leche | Refrigeración | 93.8°C | 0.1 s |
| Continua, HTST | Leche | Refrigeración | 96.2°C | 0.05 s |
| Continua, ultrapasteurización | Leche y crema | Refrigeración, almacenamiento prolongado | 137.8°C | 2 s |
| Aséptica, UHT | Leche | Temperatura ambiente | 135 – 150°C | 4 - 15 s |
| Esterilización | Productos enlatados | Temperatura ambiente | 115.6°C | 20 min |

Fuentes:

Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, formula Láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de septiembre de 2010.

University of Cornell. Department of Food Science. The Milk Quality Improvements

Program. <http://www.milkfacts.info/>

La pasteurización debe su nombre a su descubridor, Louis Pasteur, quien observó que los microorganismos que descomponían el vino se eliminaban por calor, a temperaturas menores al punto de ebullición (5). Pasteur, conjuntamente con otros científicos reconocidos de su época como Abraham Jacobi, Niels Johannes Fjord y Albert Fesca, hicieron importantes contribuciones a los diseños del equipo empleado en los sistemas para procesamiento lácteo. Algunos de los equipos iniciales fueron muy burdos; no obstante muchos de ellos fueron los prototipos básicos del equipo actualmente instalado en las modernas plantas procesadoras.

Básicamente, la pasteurización de la leche tiene dos objetivos: uno para conservar la salud, al obtenerse un producto inocuo para el consumo humano; y otro, para mejorar y mantener la calidad de la leche y de los productos lácteos, gracias a que, durante la pasteurización se destruyen algunas enzimas indeseables y muchos microorganismos que deterioran la leche. De este modo, se aumenta la vida de anaquel de la leche (5).

El grado de inactivación de los microorganismos depende de la combinación de temperatura y tiempo; los requerimientos mínimos de temperatura y tiempo de pasteurización de la leche están basados en aquéllos requeridos para destruir las bacterias patogénicas más termorresistentes: *Coxiella burnetii*; y *Mycobacterium tuberculosis* (1,2).

De acuerdo a su relación temperatura -tiempo, existen dos tipos de pasteurización: lenta y rápida, también llamadas “pasteurización por lotes” (*batch*) y “pasteurización continua”, respectivamente. La pasteurización rápida también se conoce como HTST (*high temperature short time*) por sus siglas en inglés, que significan “*alta temperatura tiempo corto*” (3):

- En la pasteurización *lenta*, la leche se somete a una temperatura de 63°C, por un periodo mínimo de 30 minutos u otra relación de tiempo y temperatura equivalente. El proceso se lleva a cabo en una tina con tapa y con agitador y debe contar, por lo menos, con un sistema para registro y control de la temperatura y tiempo del proceso y con un termómetro de mercurio o su equivalente (2,3,5,7).
- En la pasteurización *rápida* o *continua* (HTST), la leche se somete a una temperatura de 72°C, por un período mínimo de 15 segundos, u otra relación de tiempo y temperatura equivalente. El equipo consta de una serie de intercambiadores de calor, compuestos de múltiples placas metálicas onduladas, rectangulares o circulares de disposición generalmente vertical, unidas entre sí por juntas de goma y dispuestas en un bastidor (figura 2). El espacio que separa cada dos placas consecutivas (de unos 3 o 4 mm) es recorrido por la leche; el elemento calefactor, agua o vapor a baja presión, circula a contracorriente por los espacios paralelos inmediatos. El equipo cuenta también con un sistema de control y registro automático de la temperatura y tiempo del proceso y no permite el paso del producto si no se ha alcanzado la temperatura mínima establecida que se registra por medio de un termómetro de mercurio o su equivalente colocado al final de la “zona de mantenimiento” del equipo. La temperatura registrada en el sistema de control y registro del proceso debe ser igual o menor de 1.0°C con respecto a la temperatura que indique dicho termómetro (2,3,5,7).



Figura 2. Pasteurizador de placas.

Fuente:AMG Industrial. Imagen donada por el Ing. Salvador Vázquez.

Es importante instalar y dar mantenimiento adecuado al equipo, de tal modo que no se produzca en ningún momento del proceso contaminación de leche pasteurizada con leche cruda o agua de proceso.

Inmediatamente después del calentamiento, la leche se enfría a través de refrigeradores tubulares o de placas, cuyo fundamento es el mismo que el de los pasteurizadores, aunque con la única variación de que el agua caliente del pasteurizador se sustituye por un fluido refrigerante. Al término de la pasteurización y hasta el momento del envasado, el producto no debe exceder los 6 °C (2,3,5,7).

Mientras que la pasteurización normal elimina eficazmente microorganismos potencialmente patógenos, no es suficiente para inactivar esporas termorresistentes en la leche. Esto se logra sometiendo a la leche a una temperatura superior a los 100°C y envasándola en envases estériles al alto vacío. A este proceso se denomina *ultrapasteurización (UHT o ultra-high temperature)*(4). De acuerdo a la Secretaría de Salud, la leche UHT debe calentarse a una temperatura de 135-149°C durante 2 a 8 segundos y envasarse de forma aséptica para garantizar su esterilidad comercial. De esta manera, se obtiene un producto que puede almacenarse a temperatura ambiente sin necesidad de refrigeración, y su vida de anaquel es mucho mayor que la de la leche pasteurizada en forma convencional. Su sabor es ligeramente diferente al de la leche pasteurizada por el método tradicional (2,3,5-7).

Existen dos métodos de ultrapasteurización: mediante calor directo o indirecto. En el primer caso, el producto se calienta por contacto directo con vapor. La ventaja de este método es que el tiempo de sostenimiento de la temperatura es menor, por lo que un producto termosensible como la leche presenta menor daño. En el método indirecto, el medio de calefacción y el producto no están en contacto directo, sino separados por las superficies del equipo; se pueden aplicar diversos tipos de intercambiadores de calor, principalmente, tubulares, de placas y de superficie rasgada (2,3,5,7).

4. **Homogeneización:** la grasa de la leche forma normalmente glóbulos, cuyo tamaño varía entre 0.20 y 2.0 μ ; la variabilidad en el tamaño de estos glóbulos hace que éstos floten hacia la superficie de la leche que se encuentra estática, formando entonces una capa de crema o nata.

El propósito de la homogeneización es reducir el tamaño de los glóbulos de grasa a menos de 1.0 μ , lo cual permite que permanezcan distribuidos de manera uniforme en la leche, evitando de esta manera que la grasa se separe y flote. Es por ello, que al hervir la leche entera que ha sido homogeneizada, “no hace nata” (3)

El proceso se lleva a cabo sometiendo la leche a presiones elevadas que fuerzan el paso de la leche a través de pequeños orificios que rompen los glóbulos. Con esto se logra disminuir el diámetro de los glóbulos, aumentar el número de glóbulos e incrementar su superficie de contacto, de tal forma que no coalescan. El resultado neto es la reducción de la tendencia de los glóbulos a flotar en la superficie de la leche, es decir, se obtiene un producto más homogéneo (3).

5. **Adición de vitaminas:** se efectúa con el fin de restablecer las concentraciones normales de vitaminas A y D en las leches con menor contenido de grasa, o bien para que la leche aporte una mayor cantidad de éstas.

La leche entera normalmente contiene vitamina A y muy poca vitamina D que, por su naturaleza liposoluble, están contenidas en la grasa. Al descremar parcial o totalmente la leche, la fracción acuosa de la leche pierde gran parte de su contenido de estas vitaminas, mientras que la crema lo conserva. Con el fin de mantener el contenido vitamínico normal de la leche, se adicionan vitaminas A y D en las leches parcial o totalmente descremadas. De esta manera, independientemente de las diferentes concentraciones de grasa de la leche disponible en el mercado, el aporte de vitaminas A y D siempre será el mismo que el de la leche entera (5).

6. **Envasado:** el tipo de leche fluida producida y la consecuente selección del tipo de envase y sistema de distribución constituye en muchos casos un complejo problema. El envase seleccionado debe satisfacer requerimientos sanitarios, económicos, de producción, eficiencia de distribución, necesidades del vendedor al menudeo, consideraciones del consumidor y aspectos ecológicos. En la tabla 2 se muestran los tipos de envase que existen según el sistema de distribución y tipo de leche (8).

El sistema de envasado depende del proceso de pasteurización al que fue sometida la leche. Como se mencionó anteriormente, la leche ultrapasteurizada requiere un envase aséptico o estéril, que es aquél que reúne las condiciones de esterilidad comercial para evitar la presencia de microorganismos en el producto durante el envasado, permitiendo una vida de anaquel mayor (6,8).

Tabla 2: Clasificación del tipo de envase y sistema de distribución según el tipo de leche.

| Leche fluida | Envase retornable | | | Envase individual desechable | | | | Expendio de leche a granel |
|--------------|-------------------|---------------------|------|------------------------------|----------------------|---------------------|---------------|----------------------------|
| | Botella de vidrio | Botella de plástico | Lata | Cartón | Bolsa de polietileno | Botella de plástico | Bolsa en caja | |
| Pasteurizada | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Esterilizada | + | | | | | + | | |
| UHT-aséptica | | | | + | + | + | | |

Fuente:

Packaging, storage and distribution of processed milk; FAO Corporate Document Repository.

En la figura 3 se esquematiza el proceso de producción de leche fluida.

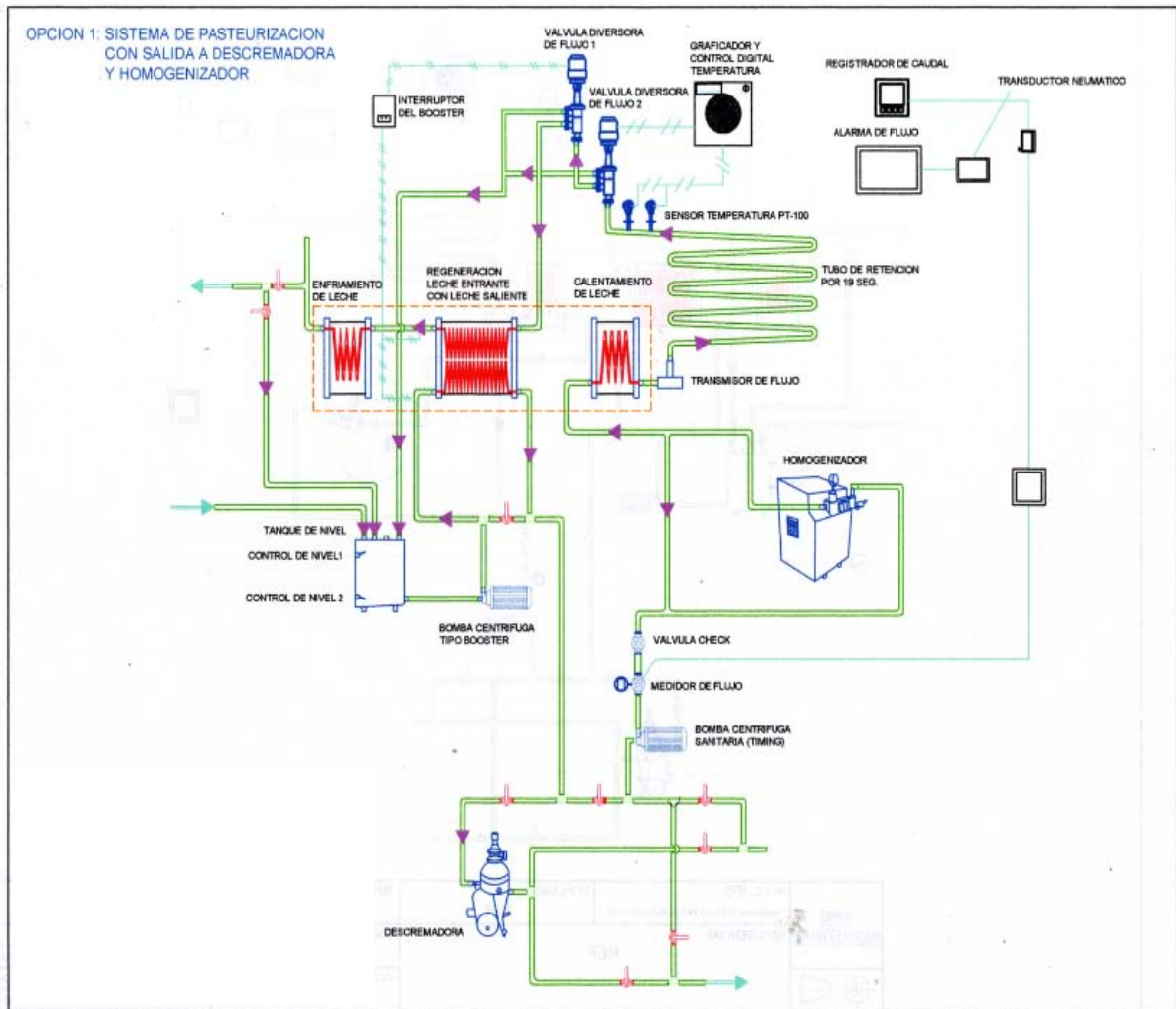


Figura 3. Proceso de producción de leche fluida.

Fuente:AMG Industrial. Esquema donado por el Ing. Salvador Vázquez.

Conclusiones

La leche cruda es sometida a una serie de operaciones como la clarificación y separación, estandarización, pasteurización/ultrapasteurización, y homogeneización. Estos procesos permiten obtener un producto de calidad sanitaria y organoléptica adecuada para las necesidades del mercado. No obstante, la producción de leche de calidad inicia desde el establo, en donde las buenas prácticas de crianza, ordeño, enfriamiento y almacenamiento de la leche inciden directamente con las características del producto final.

El procesamiento comienza con la clarificación y la separación, que se realizan por centrifugación, método que separa sólidos de líquidos de diferente densidad mediante una centrífuga, la cual imprime a la mezcla un movimiento rotatorio con una fuerza mayor que la de la gravedad que provoca la sedimentación de los sólidos o de las partículas de mayor densidad. Al hacer girar la leche cruda, la fuerza centrífuga separa la grasa, obteniéndose una fracción líquida descremada por un lado, y la grasa (crema) por otro. La clarificación, llevada a cabo también por centrifugación, es la remoción de las impurezas sólidas de la leche, tales como células epiteliales, leucocitos, sedimento bacteriano y materia extraña. Mediante la centrifugación también se eliminan algunas bacterias de la leche (bactofugación).

Con el fin de lograr un producto uniforme, la leche se estandariza, y para ello se adiciona grasa nuevamente a la leche descremada para alcanzar el contenido de grasa deseado. Así, puede obtenerse leche entera (30 g/l), parcialmente descremada (28 g/l), semidescremada (16 g/l) o leche descremada (0.5 g/l).

Para asegurar la inocuidad de la leche, es necesario eliminar los microorganismos patógenos. Con este fin, la leche se somete a la pasteurización, que es un tratamiento térmico a una temperatura y tiempo específicos que garantizan la destrucción de organismos patógenos. Además, durante la pasteurización se destruyen algunas enzimas indeseables y muchos microorganismos que deterioran la leche. Esto permite mejorar y mantener la calidad de la leche y de los productos lácteos, así como incrementar su vida de anaquel. Los requerimientos mínimos de temperatura y tiempo de pasteurización se basan en los requeridos para destruir la bacterias patógenas más termorresistentes: *Coxiella burnetii*; y *Mycobacterium tuberculosis*. De acuerdo con su relación temperatura- tiempo existen varios tipos de pasteurización: lenta y rápida, también llamadas “pasteurización por lotes” (*batch*) y “pasteurización continua”, respectivamente. La pasteurización rápida también se conoce como HTST (*high temperature short time*) por sus siglas en inglés, que significan “*alta temperatura tiempo corto*”. En la ultrapasteurización (*UHT o ultra-high-temperature*) la leche se somete a una temperatura superior a los 100°C y se envasa en envases estériles al alto vacío; este proceso inactiva esporas termorresistentes, con lo cual se obtiene un producto que puede almacenarse a temperatura ambiente y tiene larga vida de anaquel.

Finalmente, se restablecen las concentraciones normales de vitaminas A y D en las leches con menor contenido de grasa, o bien para que la leche aporte una mayor cantidad de éstas. Al terminar el proceso, la leche fluida se envasa. El envase seleccionado dependerá del tipo de pasteurización y de los requerimientos sanitarios, económicos y de mercado.

Bibliografía

1. Codex Alimentarius. Leche y productos lácteos. FAO/OMS 2007 1ª ed. ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Milk/Milk_2007_ES.pdf (consultada el 30 de agosto de 2010).
2. Packaging, storage and distribution of processed milk. FAO Corporate Document Repository; (base de datos en línea); Agriculture and Consumer Protection 1978. <http://www.fao.org/docrep/003/X6511E/X6511E01.htm> (consultada el 30 de agosto de 2010).
3. University of Cornell. Department of Food Science. The Milk Quality Improvements Program. <http://www.milkfacts.info/> (consultada el 30 de agosto de 2010).
4. University of Guelph, Canada. Dairy Science and Technology Education Series 2010. (consultada el 10/02/10; disponible en: <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/home.html> (consultada el 30 de agosto de 2010).
5. Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivado lácteos. Especificaciones sanitarias. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/243ssa12.html> (consultada el 30 de agosto de 2010).
6. Eubank, RD, Davis, AM. Pasteurización de la leche. Departamento de Entrenamiento Estatal. Manual del Curso 1993, 4ª ed. Departamento de Salud y Servicios Humanos. Servicio de Salud Pública. USPHS/FDA. www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/DOCSAL4935.doc (consultada el 30 de agosto de 2010).
7. Food and Drug Administration. Pasteurized Milk Ordinance. USA, 2007. <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/Product-SpecificInformation/MilkSafety/NationalConferenceonInterstateMilkShipmentsNCIMSModelDocuments/PasteurizedMilkOrdinance2007/ucm063876.htm> (consultada el 30 de agosto de 2010).
8. Código de Prácticas de Higiene para la Leche y los Productos Lácteos. CAC/RCP 57-2004. ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Milk/Milk_2007_ES.pdf (consultada el 30 de agosto de 2010).

4. EL PROCESO INDUSTRIAL DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS.

Ing. Alfonso Moncada Jiménez

Ing. Beatriz Haydée Pelayo Consuegra

La transformación de la leche en productos lácteos es muy antigua, ya que nació desde el momento en que los pueblos que dejaron de ser nómadas aprendieron a domesticar los diferentes animales que encontraron en su entorno como el ganado vacuno, entre otras especies. Esta industria surgió con el dominio de la extracción de la leche - tal vez no de vaca en un principio, sino de otras especies menores- para transformarla en quesos y yoghurt inicialmente.

Con el paso del tiempo, se han ido desarrollando infinidad de productos lácteos, aunque la leche continúa siendo uno de los alimentos con importante valor nutrimental más consumidos a nivel mundial, por lo que ha ocupado un lugar fundamental en la alimentación de las diversas civilizaciones a lo largo del tiempo y, asimismo, de las diferentes poblaciones de la actualidad.

Las cambiantes necesidades en cuestión de alimentación, disponibilidad y presentaciones han justificado, entre otras razones, la creación de productos cada vez más sofisticados, como aquéllos en los que se incluyen ingredientes que contribuyen a mejorar la salud de los consumidores (alimentos funcionales). Ejemplo de ello son los productos a los que se les han añadido mezclas de vitaminas y minerales, probióticos y prebióticos, o polifenoles como los fitoesteroles (esteroles y estanoles). Otro ejemplo de adición para diversificar los lácteos es la inclusión de frutas y cereales.

Con el desarrollo tecnológico de la industria lechera, ha sido posible separar los sólidos de la leche, convirtiendo estos componentes en ingredientes para otros sectores de la industria alimentaria. Algunos ejemplos de estos ingredientes son las diversas proteínas de la leche (caseína y proteínas del suero, fundamentalmente), grasa butírica y lactosa, entre otros componentes lácteos.

Clasificación, definición y proceso de los diferentes lácteos

Internacionalmente se reconoce que la industria láctea comercializa dos productos básicamente: la *leche* y los productos de la leche o *productos lácteos*. Con el fin de agrupar de una manera simple a los productos lácteos, el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios (1) los clasifica en:

1. Productos lácteos: son el resultado de la transformación de la leche o modificación de sus componentes y que se han obtenido mediante la adición o sustracción de otros componentes de la misma leche y a los que se les han añadido aditivos alimentarios y otros ingredientes diferentes a la leche o los obtenidos a partir de ella con el fin de conferir al producto final una determinada cualidad fisicoquímica o biológica. Se consideran *productos lácteos* los siguientes:
 - Crema.
 - Dulces de leche.
 - Grasa butírica.
 - Helados y base para helados.
 - Jocoque.
 - Leche acidificada.

- Leche condensada azucarada.
- Leche cultivada o fermentada.
- Leche deshidratada o en polvo.
- Leche evaporada.
- Leche pasteurizada y ultrapasteurizada.
- Leche combinada.
- Leche recombinada.
- Leche reconstituida.
- Leche rehidratada.
- Mantequilla.
- Queso.
- Yoghurt.

2. Derivados lácteos: son los lácteos obtenidos a partir un determinado componente de la leche mediante una transformación característica y a los que no se les añade ningún otro ingrediente o aditivo. Normalmente se usan como materia prima para la elaboración de otros productos y son componentes separados de la leche. Se consideran derivados lácteos:

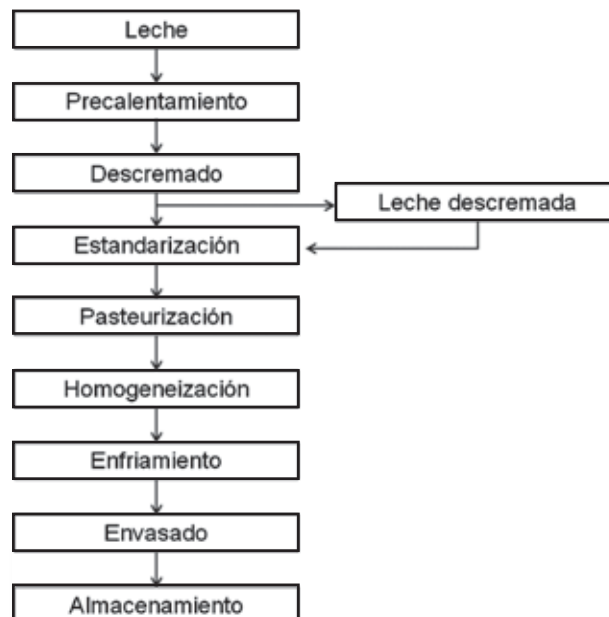
- Caseína o caseinatos de grado alimentario.
- Requesón.
- Sueros.

Esta división, sin embargo, no obedece a criterios suficientemente claros y hay ocasiones en las que un *producto* lácteo podría ser también considerado un derivado lácteo (tal sería el caso de la grasa butírica); sin embargo, la legislación es dinámica y con los años existe la posibilidad de su adecuación. Por otro lado, este listado permite reconocer la gran variedad de productos lácteos. A continuación se definirá cada uno de ellos y se describirá en forma muy brevemente su proceso de obtención:

1. **Crema:** es el alimento en el que se a reunido la mayor parte de grasa de la leche, ya sea por reposo o por centrifugación, sometida a pasteurización o cualquier otro tratamiento que asegure su inocuidad (2) (figura 1)(ver capítulo 2). La crema puede ser:
 - a) **Crema reconstituida:** es la nata (crema) que se obtiene por reconstitución de los productos lácteos con o sin adición de agua potable y con las mismas características de producto final que el producto denominado “crema”.
 - b) **Crema recombinada:** es la nata (crema) que se obtiene por recombinación de los productos lácteos con o sin adición de agua potable y con las mismas características de producto final que el producto denominado “crema”.
 - c) **Crema preparada:** es un producto lácteo que se obtiene al someter la crema, crema reconstituida y/o crema recombinada a tratamientos y procesos adecuados para obtener las propiedades características correspondientes.
 - d) **Crema líquida preenvasada:** es el producto lácteo fluido que se obtiene preparando y envasando crema, crema reconstituida y/o crema recombinada para consumo directo y/o para uso directo como tal.

- e) **Crema para montar o batir:** es la crema fluida, crema reconstituida y/o recombinada destinada para ser montada o batida. Cuando el propósito de la crema es para uso del consumidor final, la crema deberá haber sido preparada de manera que facilite el proceso de montado o batido.
- f) **Crema envasada a presión:** es la crema fluida, crema reconstituida y/o crema recombinada que es envasada con un gas impelente en un envase de presión de propulsión y que se convierte en crema montada o batida cuando se retira del envase.
- g) **Crema montada o batida:** es la crema fluida reconstituida y/o recombinada a la cual se incorporó aire o gas inerte sin invertir la emulsión de grasa en leche descremada.
- h) **Crema fermentada:** es el producto lácteo que se obtiene por fermentación de la crema, crema reconstituida o crema recombinada por la acción de microorganismos adecuados, lo cual resulta en una reducción del pH con o sin coagulación. Cuando se realizan indicaciones sobre el contenido de un(os) microorganismo(s) específico(s), directa o indirectamente, en la etiqueta o de otro modo indicado en las declaraciones de contenido relacionadas con la venta, éstos deberán estar presentes, vivos, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de durabilidad mínima. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, el requisito de los microorganismos vivos no aplica.
- i) **Crema acidificada:** es el producto lácteo que se obtiene por acidificación de la crema, crema reconstituida y/o crema recombinada por la acción de ácidos y/o reguladores de acidez para obtener una disminución del pH con o sin coagulación.

Figura 1. Proceso de producción de la crema pasteurizada.



Fuente: Varnam AH, Sutherland JP. Leche y productos lácteos. Ed. Acribia. España, 1994. ISBN.84-200-0794-3.

- 2. **Dulces de leche:** son productos elaborados por tratamiento térmico de la leche y edulcorantes, pudiendo agregarse algunos aditivos e ingredientes opcionales (3). Se incluyen el dulce de leche, la cajeta, las natillas, las glorias, el jamoncillo de leche y los chongos zamoranos (ver capítulo 2):

- a) Dulce de leche (humedad intermedia): se elabora a partir de leche de vaca y azúcar que se concentra hasta lograr una consistencia semilíquida, algún saborizante (vainilla, caramelo para conferir sabor a “quemado”, canela, etc) y puede llevar almidón o gomas para conferirle una textura untuosa.
- b) Cajeta (humedad intermedia): es dulce de leche, aunque por su propia denominación, debe ser siempre elaborada con leche de *cabra* a la que se le agrega azúcar y algún saborizante (vainilla, caramelo, vino blanco, etc); generalmente lleva glucosa (“chiclosa”) para conferirle su textura característica.
- c) Natillas (humedad baja): dulce de leche de vaca con textura más sólida que el dulce de leche líquido por un proceso de evaporación que se envuelven en celofán.
- d) Glorias (humedad baja): dulce de leche de cabra con textura más sólida que la cajeta por un proceso de evaporación al que se le agrega nuez troceada y se envuelve en celofán. Las glorias “rellenas” contienen fruta cristalizada cortada en el centro.
- e) Jamoncillo de leche: se elabora a partir de leche de vaca a la que se le agrega el 50% en peso de azúcar y por un proceso de evaporación se forma un producto sólido que puede cortarse fácilmente. Puede agregarse nuez, piñones o pasitas. Generalmente se moldea en forma de bloques aunque también puede hacerse pasar por una espesa produciéndose los llamados “macarrones” o bien moldearse en forma de botones de unos 5-6 cm de diámetro a los que se les coloca una nuez encima.
- f) Chongos zamoranos (humedad alta): es un postre de leche de la gastronomía de México. Su origen se atribuye a los conventos de la época Virreinal de la ciudad de Zamora de Hidalgo, Michoacán. Se elabora agregando cuajo (en gotas o pastillas) a la leche. La cuajada de leche resultante se transfiere a un almíbar donde se cuece con canela. Los chongos pueden enlatarse.
- g) Chiclosos: pueden ser más o menos duros, pero siempre de la consistencia que indica su nombre. Se elaboran partiendo de un almíbar de agua y azúcar/miel que se concentra por calor y al que se le agrega leche y mantequilla (receta casera) o grasa vegetal (formulación industrial) hasta llegar a la consistencia apropiada. Los chiclosos llegan a su punto cuando, al verter una gota de esta mezcla en agua, se forma una bolita que mantiene su forma. Puede agregarse saborizante de vainilla, coco, canela, trozos de nuez o piñones o bien coco rallado.

3. Grasa butírica: es el producto obtenido por la separación de la grasa propia de la leche sin proteínas, minerales ni lactosa. Se utiliza como ingrediente en la industria alimentaria.

4. Helados y base para helados (3):

a) Helado: es un alimento producido mediante la congelación con o sin agitación de una mezcla pasteurizada compuesta por una combinación de ingredientes lácteos y puede contener grasas vegetales, frutas, huevo y sus derivados, saborizantes, edulcorantes y otros aditivos (figura 2); cuando esta empalillado se nombra “paleta”.

b) Base o mezcla para helados: es una emulsión láctea a la que se le agrega el resto de los ingredientes del helado; puede presentarse en forma líquida, concentrada o en polvo.

Figura 2. Proceso básico de producción del helado de consistencia dura.



Fuente: Varnam AH, Sutherland JP. Leche y productos lácteos. Ed. Acribia. España, 1994. ISBN.84-200-0794-3.

5. **Leche acidificada:** se obtiene por acidificación de la leche pasteurizada con agentes acidulantes (3). Para el caso de México, la leche acidificada se identifica para su vigilancia sanitaria como “producto lácteo acidificado”.
6. **Leche condensada azucarada:** se obtiene mediante evaporación del agua de la leche a través de presión reducida y a la que previamente se ha agregado sacarosa y/o dextrosa u otro edulcorante natural hasta alcanzar una cierta concentración de grasa butírica y sólidos totales, ajustándose a las especificaciones establecidas (3). Para el caso de México, la leche condensada azucarada se identifica para su vigilancia sanitaria como “producto lácteo condensado azucarado”.
7. **Leche cultivada o fermentada** (3,4).
 - a) **Leche fermentada:** es un producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche o de productos obtenidos de la leche con o sin modificaciones en la composición por medio de la acción de microorganismos adecuados que producen una reducción del pH con o sin coagulación de la caseína (precipitación isoelectrica) (figura 3). Estos microorganismos son viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración mínima del producto. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación no se aplica la calificación “microorganismos viables”. En México, los diferentes tipos de leche cultivada o fermentada se identifican para su vigilancia sanitaria como “productos lácteos fermentados”. Ciertas leches fermentadas se caracterizan por el cultivo específico (o cultivos específicos) utilizado(s) para lograr la fermentación en su proceso de elaboración, y reciben los siguientes nombres:
 - **Yoghurt:** cultivos simbióticos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subesp. *bulgaricus*.
 - **Yoghurt con cultivos alternativos:** cultivos de *Streptococcus thermophilus* y cualquier especie de *Lactobacillus*.
 - **Leche acidófila:** cultivos de *Lactobacillus acidophilus*. El kefir es un ejemplo de leche acidófila y es un cultivo preparado a partir de *Lactobacillus kefiri*, especies de los géneros *Leuconostoc*,

Lactococcus y *Acetobacter* y gránulos de kefir que crecen en una estrecha relación específica. Los gránulos de kefir están constituidos por levaduras fermentadoras de lactosa (*Kluyveromyces marxianus*) y levaduras fermentadoras que no requieren lactosa (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisire* y *Saccharomyces exiguus*).

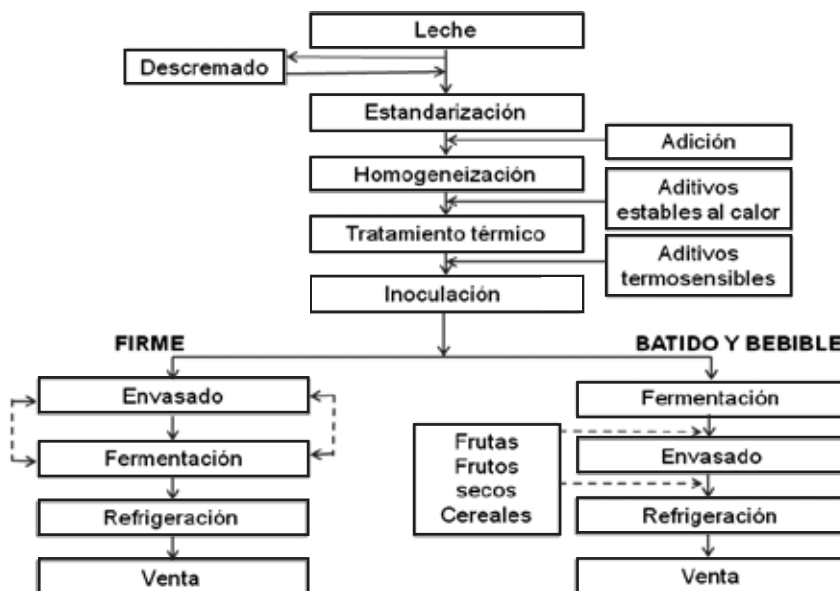
- **Kumys:** cultivo de *Lactobacillus delbrueckii* subesp. *bulgaricus* y *Kluyveromyces marxianus*. Se pueden agregar otros microorganismos.
- **Jocoque:** es el producto obtenido de la fermentación de la leche con algún cultivo láctico inocuo que modifica su acidez seguida de la eliminación parcial o total del suero; puede contener más del 10% de grasa. El yoghurt y las demás leches fermentadas, en cambio, no pueden contener más del 10% de grasa.

b) Leche fermentada concentrada: es una leche fermentada cuya concentración de proteínas aumenta antes o después de la fermentación a un mínimo del 5.6%; en su elaboración también se requiere la eliminación parcial o total del suero. Las leches fermentadas concentradas incluyen productos tradicionales tales como el *stragisto* (yoghurt colado), *labneh*, *ymer* e *ylette*.

c) Leches fermentadas aromatizadas: son productos lácteos compuestos, tal como se define en la Sección 2.3 de la Norma General para la Utilización de Términos Lácteos (CODEX STAN 206-1999) que contienen un máximo del 50% de su peso como ingredientes no lácteos (hidratos de carbono como azúcar y otros edulcorantes; frutas enteras, en trozos, en puré, en jugo, en pasta o en preparados; cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos y/o sabores). Los ingredientes no lácteos pueden añadirse antes o después de la fermentación.

d) Bebidas a base de leche fermentada: son productos lácteos obtenidos mediante la mezcla de leche fermentada, con agua potable, con o sin otros ingredientes como suero, otros ingredientes no lácteos, y aromatizantes, según se definen en la Sección 2.3 de la Norma General para el Uso de Términos Lecheros (CODEX STAN 206-1999). Tienen un contenido mínimo de leche fermentada del 40% en peso. Se pueden agregar otros microorganismos al margen de los que constituyen los cultivos de microorganismos inocuos.

Figura 3. Producción de algunos tipos de leche fermentada (yoghurt).



8. **Leche en polvo o leche deshidratada (5):** es el producto obtenido mediante eliminación del agua de la leche. El contenido de grasa y/o proteínas podrá ajustarse únicamente para cumplir con los requisitos de composición estipulados, mediante adición y/o extracción de los constituyentes de la leche, de manera que no se modifique la proporción entre la proteína del suero y la caseína de la leche utilizada como materia prima. En la figura 4 se ejemplifica el proceso de producción de leche descremada en polvo.

Figura 4. Producción de leche descremada en polvo.

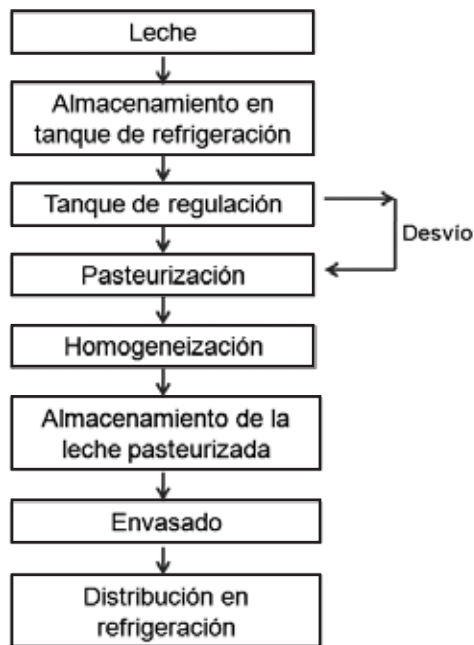


9. **Leche evaporada (6):** es el producto obtenido mediante eliminación parcial del agua de la leche por calor o cualquier otro procedimiento que permita obtener un producto con la misma composición y características. El contenido de grasa y/o proteínas puede ajustarse únicamente para cumplir con los requisitos de composición mediante adición y/o extracción de los constituyentes de la leche, de manera que no se modifique la proporción entre la caseína y la proteína del suero en la leche sometida a tal procedimiento.

10. **Leche pasteurizada y ultrapasteurizada (3):**

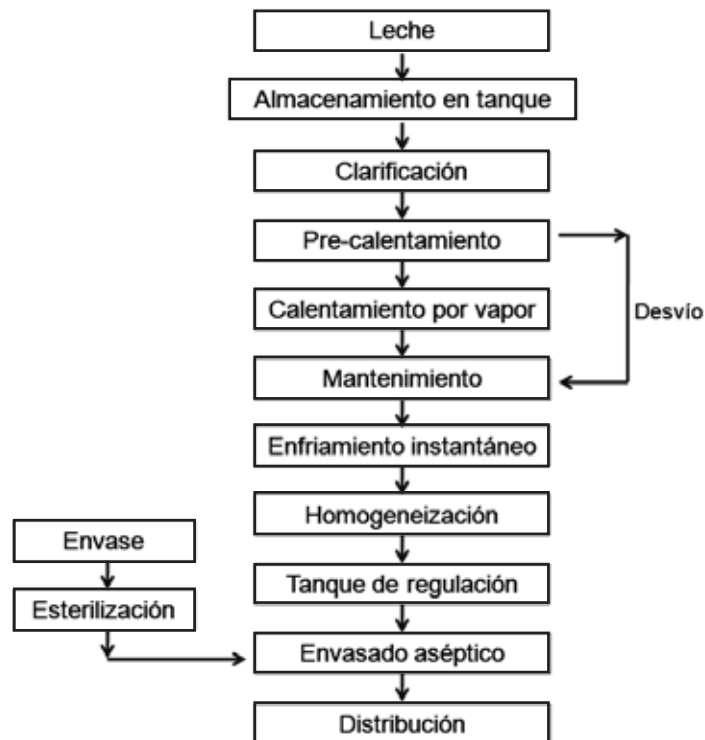
- a) **Leche pasteurizada:** leche sometida al proceso de pasteurización, estandarizada o no (ver capítulo 3) (figura 5).
- b) **Leche ultrapasteurizada:** leche sometida al proceso de ultrapasteurización, estandarizada o no (ver capítulo 3) (figura 6).

Figura 5. Producción de leche pasteurizada.



Fuente: Varnam AH, Sutherland JP. Leche y productos lácteos. Ed. Acribia. España, 1994. ISBN.84-200-0794-3.

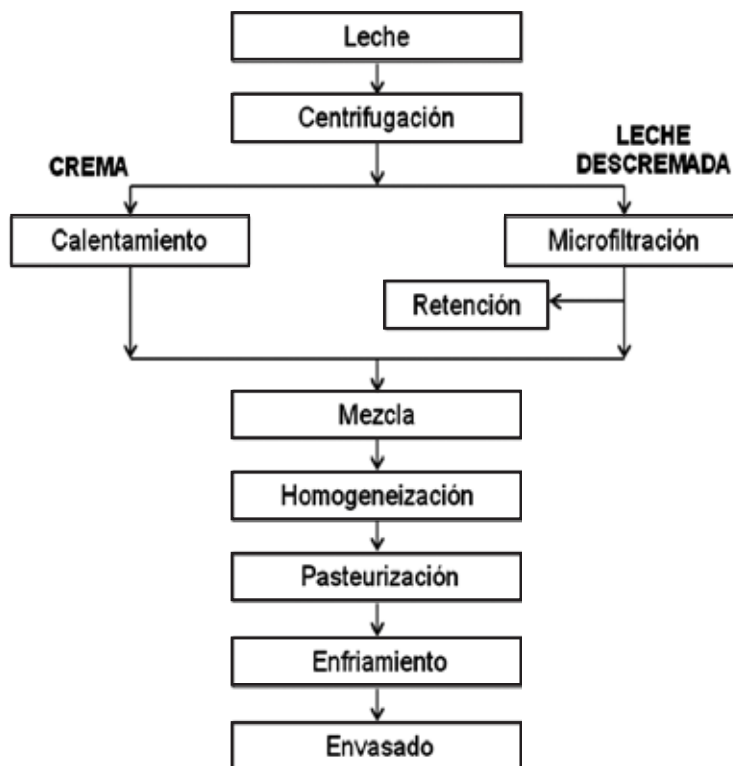
Figura 6. Producción de leche ultrapasteurizada



Fuente: Varnam AH, Sutherland JP. Leche y productos lácteos. Ed. Acribia. España, 1994. ISBN.84-200-0794-3.

11. **Formula láctea (3):** es el producto elaborado a partir de ingredientes propios de la leche, tales como caseína, grasa, lactosueros, agua para uso y consumo humano, con un mínimo de 22 g proteína de leche/l (70% de la proteína como caseína); puede contener grasa de origen vegetal en las cantidades necesarias para ajustarla a las especificaciones establecidas.
12. **Leche reconstituida (3):** está elaborada a partir de leche en polvo descremada o ingredientes propios de la leche tales como caseína, grasa butírica, lactosuero, agua para uso y consumo humano, con un contenido mínimo de 30 g proteína propia de la leche/l (70% de la proteína como caseína con respecto a proteína total), pudiendo contener grasa vegetal en las cantidades necesarias para ajustar el producto a las especificaciones de composición y sensoriales de la leche.
13. **Leche microfiltrada ultra (3):** es la leche que se obtiene de la fase de leche descremada separada, microfiltrada y pasteurizada y posteriormente adicionada o no de crema ultrapasteurizada (figura 7). El uso de empaques y envases asépticos protegen al producto de la contaminación por microorganismos y reducen al mínimo cualquier modificación ya sea fisicoquímica u organoléptica. El producto final, o sea, la leche comercialmente estéril, debe cumplir con las especificaciones correspondientes. Cabe aclarar que este producto existió durante un tiempo en el mercado. Su objetivo era ser un producto de larga vida de anaquel (21 días) sin necesidad de refrigeración y conservando el sabor de la leche pasteurizada. Sin embargo, este producto salió del mercado nacional hace ya varios años.

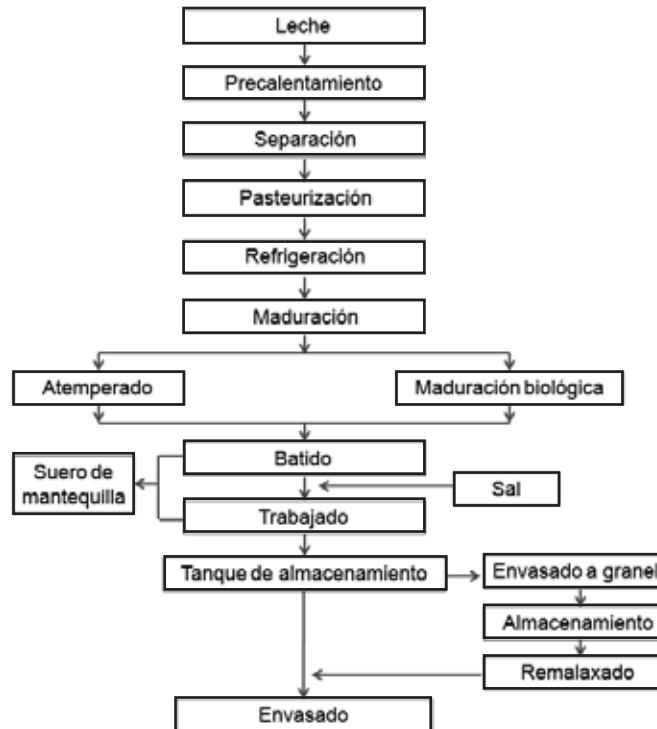
Figura 7. Producción de leche microfiltrada.



Fuente: Varnam AH, Sutherland JP. Leche y productos lácteos. Ed. Acribia. España, 1994. ISBN.84-200-0794-3.

14. Mantequilla (3): es el producto obtenido a partir de la grasa de la leche o grasa de la crema que se pasteuriza y somete a maduración, fermentación o acidificación, batido o remalaxado (amasado), pudiendo adicionársele o no sal (figura 8). El contenido de grasa butírica debe ser mínimo de 80%. A nivel internacional el porcentaje de grasa butírica debe ser de 95% (7).

Figura 8. Proceso básico de fabricación de mantequilla.



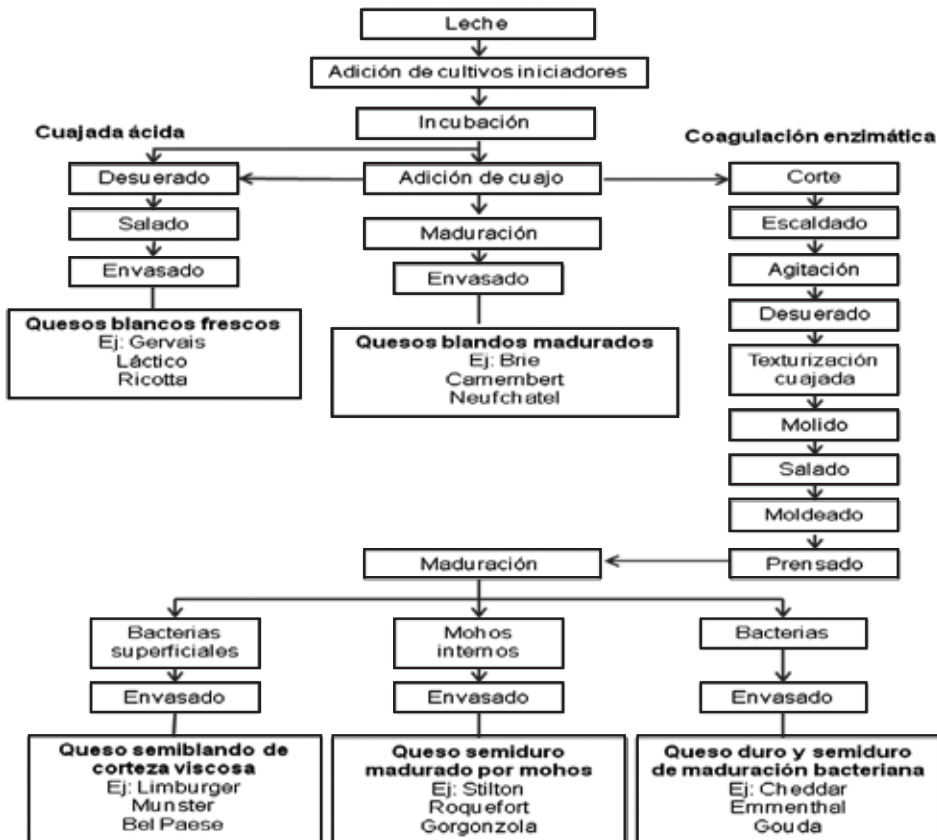
Fuente: Varnam AH, Sutherland JP. Leche y productos lácteos. Ed. Acribia. España, 1994. ISBN.84-200-0794-3.

15. Queso (8): es el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no es superior a la de la leche, obtenido mediante la coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema o productos obtenidos de la leche (ej: suero) por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos, y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio de que la elaboración del queso resulta en una concentración de proteína láctea (especialmente la fracción de caseína) y que por consiguiente, el contenido de proteína del queso será evidentemente mayor que el de la mezcla de los componentes lácteos arriba mencionados a partir de los cuales se elaboró el queso. Dentro de la definición de queso se incluyen también los elaborados a partir de derivados de la leche como el suero de leche, aunque la coagulación de esta proteína en este caso se logra por calentamiento. En la figura 9 se esquematizan diversos procesos para la obtención de diferentes quesos.

Tipos de queso (3)(figura 10).

- a) **Quesos frescos:** tienen un alto contenido de humedad, no tienen corteza o la tienen muy fina y puede o no adicionárseles otros ingredientes.
- b) **Quesos procesados:** se elaboran con mezclas de quesos, fusión y emulsión con sales fundentes, aditivos para alimentos permitidos e ingredientes opcionales y se someten a proceso térmico de 70°C durante 30 segundos o a cualquier otra combinación equivalente o mayor de tiempo y temperatura, lo que le permite prolongar su vida de anaquel.
- c) **Quesos madurados:** son de pasta dura, semidura o blanda y pueden tener o no corteza; se someten a un proceso de maduración mediante adición de microorganismos bajo condiciones controladas de tiempo, temperatura y humedad para provocar en ellos cambios bioquímicos y físicos característicos del producto del que se trate, lo que le permite prolongar su vida de anaquel. Pueden o no requerir refrigeración.
- d) **Quesos de suero:** se obtienen a partir del suero de leche entera, semidescremada, o descremada pasteurizada de vaca, cabra u oveja, mismo que coagula por calentamiento en medio ácido para favorecer la obtención de la cuajada. Esta cuajada posteriormente se sala, drena, moldea, empaca y etiqueta para luego ser refrigerada para su conservación. Un ejemplo de este tipo de quesos es el requesón. Estrictamente hablando, sólo el queso de suero de leche de vaca se refiere como “requesón”; los elaborados de suero de leche de cabra u oveja se denominan simplemente quesos de suero.

Figura 9. Procedimiento simplificado para la fabricación de varios tipos de queso.



Fuente: Varnam AH, Sutherland JP. Leche y productos lácteos. Ed. Acribia. España, 1994. ISBN.84-200-0794-3.

Figura 10. Clasificación de los quesos según su consistencia y maduración.

| | | | Humedad | Grasa en materia seca | |
|--|---|--|-------------------|-----------------------|-----|
| Quesos de consistencia firme madurados | Quesos medi o duros pasta no cocida baja acidez | Gouda | 40-45% | 45 | |
| | | Edam | 40-45% | 40 | |
| | | Caerphilly | 37 % | 50 | |
| | Quesos duros pasta cocida baja acidez con hoyos | Emmenthal | 40-44% | 40 | |
| | | Gruyère | 35-39% | 45 | |
| | Quesos muy duros | Pasta no cocida, para tajar, alta acidez | Cheddar Ingles | 34% | 50 |
| | | | Cheddar americano | 39% | 50 |
| | | | Chester | 31% | 50 |
| | | Pasta cocida, para rallar, baja acidez | Parmesano | 27-32% | 32 |
| | | | Grena | | |
| Sbrinz | | | 35% | | |
| Quesos de consistencia blanda y semiblanda | Quesos no madurados, frescos | Cottage | 70 -80% | | |
| | | Crema criollo | 62% | 55% | |
| | | Neufchatel Petit Suisse | 62 -65% 68% | 33% | |
| | Con hongos en la superficie | Cambembert | 58% | 45 -60 % | |
| | | Brie | 56% | 45 -60 % | |
| | Con hongos en el interior | Roquefort | 40 -45% | 50% | |
| | | Gorgonzola | 42 -47% | | |
| | | Stilton | 43% | | |
| | Quesos maduros | Solamente con bacterias. Consistencia blanda | Limburger | 48 -50% | 50% |
| | | | Munster | 46 -50% | 50% |
| Bel Paese | | 51% | 50% | | |
| Solamente con bacterias. Consistencia medio blanda | | Brick | 44% | 50% | |
| | | Chanco | 45 -50% | 40 -50% | |

Fuente: Keating PF. Gaona Rodríguez H. Introducción a la Lactología. 2ª. ed. Ed. Limusa, 1999, ISBN.968-18-5394-6.

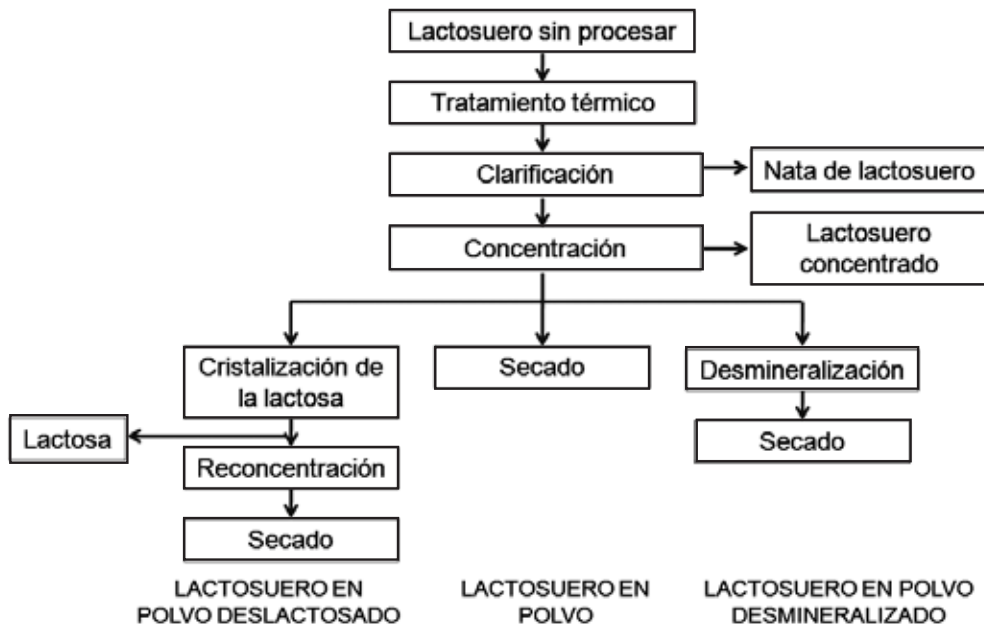
16. Caseína de grado alimentario o caseinatos de grado alimentario (3):

- a) **Caseína:** es el producto obtenido de la coagulación de las proteínas de la leche por la acción de agentes coagulantes en la leche, ya sean de origen biológico (enzimas y cultivos de bacteria lácticas) o químicos (ácidos); la cuajada así obtenida es sometida a los procesos de lavado con agua potable, pasteurización y deshidratación entre otros.
- b) **Caseinato:** es el producto de grado alimenticio obtenido por solubilización de la caseína rehidratada o fresca, por la acción de agentes neutralizantes, sometida a pasteurización, deshidratación o no.

17. Suero (9):

- a) **Suero:** es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada después de la coagulación de la leche mediante la acción de enzimas como la renina (cuajo).
- b) **Suero ácido:** es el producto lácteo líquido obtenido durante la elaboración del queso, la caseína o productos similares, mediante la separación de la cuajada tras la coagulación de la leche y/o los productos derivados de la leche mediante un proceso de acidificación.
- c) **Suero en polvo:** se obtiene del secado del suero o suero ácido.

Figura 11. Producción de suero de leche.



Fuente: Varnam AH, Sutherland JP. Leche y productos lácteos. Ed. Acribia. España, 1994. ISBN.84-200-0794-3.

En la norma no se encuentran especificaciones de las bebidas alcohólicas en las que se utiliza leche o alguno de sus componentes para su elaboración, como el rompopo o la crema irlandesa. El proceso de elaboración del rompopo requiere el calentamiento de la leche y adición de bicarbonato de sodio, azúcar y saborizantes (vainilla o canela, generalmente). Una vez que se ha llegado al 50% de su concentración se deja enfriar y cuando la leche aún está tibia se agregan yemas de huevo. Estas se incorporan por un proceso de batido a baja velocidad y posteriormente se hace pasar el líquido resultante por un filtro fino. Nuevamente se calienta y se agrega ron o alcohol puro de caña. Es importante que las botellas sean debidamente esterilizadas.

Desde 2006 el sector lechero mexicano ha retomado las definiciones de “producto” y “derivado”, así como su clasificación con el fin de adecuar la legislación nacional al equivalente referido en normas internacionales.

Existen diferentes procesos de producción en los que se puede emplear desde equipo muy simple (termómetros analógicos, contadores de unidades producidas con sensores de movimiento) hasta muy sofisticado (termómetros digitales con sensor infrarrojo, contadores con haz de luz); sin embargo los principios físicos, químicos y de desarrollo microbiológico son los mismos.

Otro factor que debe contemplarse en el desarrollo moderno de lácteos es la adición de ingredientes que confieren una diferente palatabilidad y textura al producto final y que, por ende, incrementan la aceptación y preferencia de los consumidores y consecuentemente favorecen el consumo de leche y/o lácteos.

Conclusiones

En este capítulo se analizaron las definiciones y proceso de la leche y productos lácteos, distinguiendo los productos de los derivados lácteos, de acuerdo al Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. Los procesos, aunque someramente descritos, se ilustran con diferentes diagramas generales de los procesos de producción de los diferentes productos lácteos. Dichos procesos se han desarrollado gracias a los diferentes avances tecnológicos que permiten hoy día optimizar los procesos de producción y elaborar productos cada vez más sofisticados. Los principios básicos de producción y los controles físicos, químicos y microbiológicos, sin embargo, se han mantenido constantes.

Bibliografía

1. Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios.
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rcsps.html> (consultada el 30 de agosto de 2010).
2. Comisión Codex Alimentarius. Norma del codex para las natas (cremas) Y las natas (cremas) preparadas / CODEX STAN 288-1976, Anteriormente CODEX STAN A-9-1976. Adoptado en 1976. Revisión 2003, 2008.
3. Secretaría de Salud. NOM-243-SSA1-2009. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
4. Comisión Codex Alimentarius. Norma del codex para leches fermentadas / CODEX STAN 243-2003, Adoptado 2003. Revisión 2008, 2010
5. Comisión Codex Alimentarius. Norma del codex para las leches en polvo / CODEX STAN 207-1999
6. Comisión Codex Alimentarius. Norma del codex para las leches evaporadas / CODEX STAN 281-1971, Anteriormente CODEX STAN A-3-1971, Adoptado en 1971. Revisión 1999
7. Comisión Codex Alimentarius. Norma del codex para la mantequilla (manteca) / CODEX STAN 279-1971, Anteriormente CODEX STAN A-1-1971, Adoptado en 1971. Revisión 1999. Enmienda 2003, 2006.
8. Comisión Codex Alimentarius. Norma general del codex para el queso / CODEX STAN 283-1978, Anteriormente CODEX STAN A-6-1973. Adoptado en 1973. Revisión 1999. Enmienda 2006, 2008.
9. Comisión Codex Alimentarius. Norma del codex para sueros en polvo / CODEX STAN 289-1995, Anteriormente CODEX STAN A-15-1995, Adoptado en 1995. Revisión 2003. Enmienda 2006.

5. ANALISIS QUIMICO, MICROBIOLOGICO Y FISICOQUIMICO DE LA LECHE: CALIDAD Y CONTENIDO NUTRIMENTAL

Ing. Alfonso Moncada Jiménez

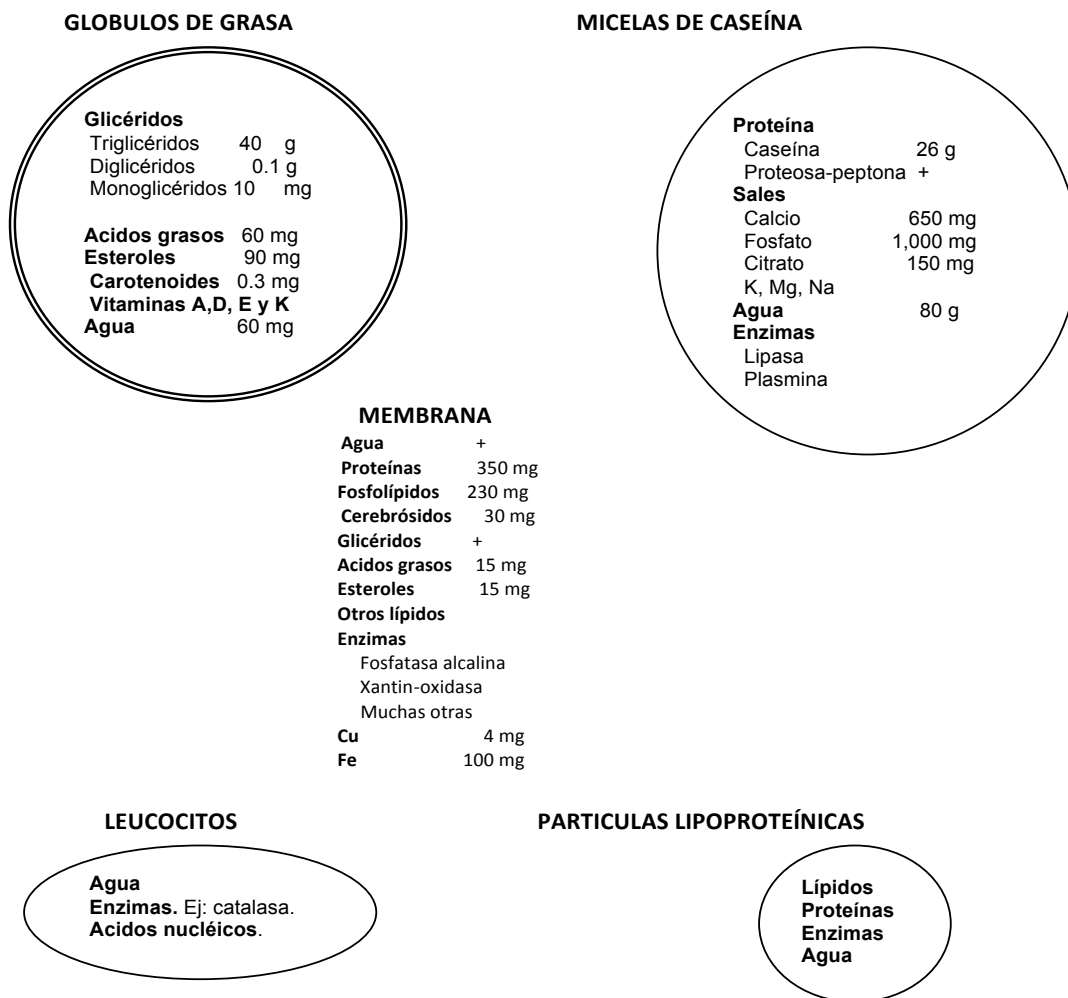
Ing. Beatriz Haydée Pelayo Consuegra

Composición química de la leche

La composición química de la leche presenta variaciones que dependen de la especie y raza del ganado, el área geográfica donde esté establecida la producción de la leche, la alimentación que se suministre al hato y la capacidad de mantenerlo sano y con bienestar; las condiciones de higiene y temperatura antes, durante y después del ordeño; el acceso a capacitación y adiestramiento de los recursos humanos involucrados y el acceso a la tecnología para efectuar esta producción de manera competitiva, entre otros.

En la figura 1 se esquematiza la composición química de un kilogramos de leche en sus diferentes compartimientos.

Figura 1. Composición química de un kilogramo de leche.



En la tabla 1 se muestra una clasificación que se ha establecido en México de la leche de acuerdo a su tipo de grasa, proceso primario y proceso secundario.

Tabla 1. Clasificación de la leche de acuerdo a su composición y proceso.

| | Tipo de grasa | Proceso primario | Proceso secundario | Sabor |
|-------|--|--|--|------------------------------|
| Leche | Grasa butírica Entera Semidescremada Parcialmente descremada Descremada. Grasa vegetal Con grasa vegetal | Rehidratada Reconstituída Deslactosada | Pasteurizada Ultrapasteurizada Microfiltrada ultra Evaporada Condensada Azucarada Deshidratada o en polvo Concentrada | Con sabor a... Sabor a... |

Fuente: Secretaría de Economía. NOM-155-SCFI-2003, Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. 12 de septiembre de 2003 Diario Oficial de la Federación.

En la tabla 2 se resumen los métodos de análisis químicos que deben efectuarse en los diferentes tipos de leche.

Tabla 2. Métodos de análisis químico para las diferentes clasificaciones de leche.

| | Densidad | Grasa butírica | Acidez | Sólidos no grasos | Punto crioscópico | Lactosa | Proteínas propias de la leche | Caseína | Humedad | Grasa | Sólidos totales | Glucosa |
|--|----------|----------------|--------|-------------------|-------------------|---------|-------------------------------|---------|---------|-------|-----------------|---------|
| Leche pasteurizada, ultrapasteurizada y microfiltrada ultra | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | |
| Leche evaporada, condensada, azucarada, en polvo o deshidratada y concentrada | | X | | | | | X | X | | | X | |
| Leche en polvo (deshidratada) con o sin sabor | | X | | | | | X | X | X | | | |
| Leche rehidratada | X | X | X | X | | X | X | X | | | | |
| Leche reconstituida | X | | X | X | | X | X | X | | X | | |
| Leche deslactosada | X | | X | X | | X | X | X | | X | | X |
| Leche pasteurizada, ultrapasteurizada, microfiltrada ultra y deshidratada, con sabor | | X | | | | | | X | X | | | |
| Leche condensada azucarada con sabor | | X | | | | | X | X | | | X | |
| Leche deslactosada con sabor | | X | | | | X | X | X | | | | |
| Leche evaporada o concentrada con sabor | | X | | | | | X | X | | | X | |
| Leche con grasa vegetal pasteurizada, microfiltrada ultra y deslactosada | X | | X | X | | X | X | X | | X | | |
| Leche con grasa vegetal en polvo o deshidratada con o sin sabor | | | | | | | X | X | X | X | | |

Fuente: Secretaría de Economía. NOM-155-SCFI-2003, Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. 12 de septiembre de 2003 Diario Oficial.

A continuación se describe brevemente el método de análisis de cada parámetro y se menciona su utilidad práctica. Los límites aceptables para cada uno de los productos aquí citados se describen en la NOM-155-SCFI-2003.

Densidad

La leche es básicamente una emulsión de grasa en agua, y su densidad depende de la proporción de grasa o de otros componentes de la leche con respecto al agua. Si la grasa es menos densa que el agua, cuando el contenido de grasa en la leche aumenta, su densidad disminuye; en cambio, cuando el contenido de sólidos no grasos de la leche aumentan, su densidad aumenta.

Este parámetro puede modificarse por la temperatura, por lo que es importante especificar la temperatura a la que se mide la densidad; comúnmente se hace a 15° C o a 20°C. Este parámetro es útil para verificar la integridad y equilibrio de los componentes de la leche. El método de medición de la densidad se establece en la norma NMX-F-424-S-1982.

Grasa butírica

La grasa butírica es el lípido característico de la leche y en función a su contenido se establece el precio de adquisición de la leche; sin embargo, debido a su elevado precio como materia prima puede extraerse y ser suplantada parcial o completamente por grasa vegetal. La cuantificación de grasa butírica, por tanto, tiene dos propósitos: clasificar la leche de acuerdo a su contenido (a mayor contenido, se considera que tiene mayor calidad) y verificar su adulteración con grasas diferentes a la butírica.

El método de medición del contenido de grasa butírica se establece en las normas: NOM-155-SCFI-2003 y/o NMX-F-490-1999-NORMEX.

Acidez

La leche generalmente tiene una acidez de 1.3 a 1.7 g/l expresada como ácido láctico. Este parámetro es útil para evaluar degradación de la lactosa (y de la grasa, aunque en menor cantidad) debida a la falta de refrigeración de la leche, a su procesamiento térmico deficiente o a la presencia de enzimas.

El método de medición de la acidez de la leche se establece en la norma NOM-155-SCFI-2003.

Sólidos no grasos

Una vez cuantificados los sólidos totales y la grasa de la leche, se obtiene el contenido de sólidos no grasos por diferencia. Los sólidos no grasos de la leche son la lactosa, las proteínas y las sales minerales. Este valor sólo tiene validez cuando a la leche no se ha añadido ningún otro ingrediente o aditivo.

El método de medición de los sólidos no grasos se establece en la norma NOM-155-SCFI-2003.

Punto crioscópico

La temperatura a la que la leche se congela depende de su cantidad de solutos, por lo que al agregarle agua, ésta se altera. Esta propiedad se aprovecha, por tanto, para detectar adulteración de la leche con agua, detectándose cuando la temperatura de congelación de la leche analizada difiere del estándar (-0.52 a -0.54°C).

El método de medición del punto crioscópico de la leche se establece en la norma NOM-155-SCFI-2003.

Caseína

El contenido de caseína depende de la especie animal: en vacunos, ovinos y caprinos, el contenido de caseína representa el 81.3 a 84.8% de las proteínas de la leche; en la leche humana, en cambio, el contenido de caseína es de apenas el 44.9%. La medición del contenido de caseína con referencia al contenido total de proteínas, por tanto, indica adición de otras fuentes de proteínas a la leche (ej: soya). Es importante cuantificar la cantidad de caseína no sólo para detectar adulteración con otras proteínas, sino también para garantizar la calidad y alto rendimiento del proceso cuando esta leche vaya a ser empleada para elaborar específicamente quesos.

El método de medición del contenido de caseína se establece en la norma NOM-155-SCFI-2003.

Proteínas por micro Kjeldahl

La proteína es uno de los componentes que caracteriza a la leche; es, por tanto, importante evaluar la cantidad presente, que ayudará a confirmar su autenticidad y/o establecer los precios de adquisición en su caso.

El método de medición de proteínas (nitrógeno) por el método de Kjeldahl se basa en la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por ebullición con ácido sulfúrico. El hidrógeno y el carbono de la materia orgánica se oxidan para formar agua y bióxido de carbono. El ácido sulfúrico se transforma en sulfato, el cual reduce el material nitrogenado a sulfato de amonio. En este método se usa el sulfato de cobre como catalizador y el sulfato de potasio para aumentar la temperatura de la mezcla y acelerar la digestión.

El método de medición del contenido total de proteínas se establece en la norma NOM-155-SCFI-2003.

Separación de las proteínas de la leche y detección de adulteración de la leche

Otra forma de detectar adulteración de la leche con extensores de proteínas diferentes a las lácteas consiste en la separación de las proteínas del suero y de la grasa por medio de electroforesis capilar.

El método de separación de las proteínas de la leche se establece en la norma NOM-155-SCFI-2003.

Fructosa, glucosa, lactosa, maltosa y sacarosa

La leche también puede ser adulterada con edulcorantes que normalmente no se encontrarían en la leche; de ahí la necesidad de detectar fructosa, glucosa, maltosa y sacarosa.

El método de medición del contenido de estos mono y disacáridos se establece en la norma NOM-155-SCFI-2003 (ver "Método de cromatografía líquida").

Azúcares reductores directos (lactosa)

La lactosa es un azúcar reductor directo que reduce el cobre de sus sales alcalinas (método de Lane y Eynon). La medición de lactosa requiere que la leche haya sido refrigerada o tratada térmicamente de manera apropiada para eliminar el posible efecto de su fermentación y, por tanto, la disminución de su contenido.

El método de medición del contenido de lactosa se establece en la norma NOM-155-SCFI-2003.

Análisis microbiológico y de contaminantes de la leche

Además de la composición química de la leche, es muy importante analizar las condiciones microbiológicas y la detección de contaminantes, antibióticos o cualquier materia extraña que pudiera afectar su consumo tanto por una persona como por la industria de su transformación.

La autoridad sanitaria mexicana ha establecido especificaciones *microbiológicas* que debe cumplir la leche; los límites para cada una de estas especificaciones se encuentran en la NOM-184-SSA1-2002. A continuación se mencionan los análisis a los que deben ser sometidos la leche y lácteos según su proceso industrial (3):

a) Productos sometidos a pasteurización:

- Organismos coliformes totales en planta.
- Organismos coliformes totales en punto de venta.
- *Salmonella spp.*
- *Staphylococcus aureus.*
- *Listeria monocytogenes.*

b) Productos sometidos a ultrapasteurización:

- Mesofílicos aerobios.
- Mesofílicos anaerobios.
- Termofílicos aerobios.
- Termofílicos anaerobios.

c) Productos sometidos a deshidratación:

- Coliformes totales.
- *Salmonella spp.*
- *Escherichia coli.*
- Enterotoxina estafilocócica.

Los lineamientos y regulaciones nacionales e internacionales han impactado positivamente los sistemas de producción de leche en nuestro país de tal forma que el objetivo central actual es obtener un producto inocuo con altos estándares de calidad; aunado a esto, se ha impulsado la producción de alimentos orgánicos y la crianza “humanitaria” del ganado, esto es, la procuración del bienestar animal a lo largo de su vida productiva.

Debido a que existen condiciones particulares que contiene la leche antes de entrar a cualquier proceso, la autoridad ha establecido presentar una serie de especificaciones mínimas necesarias, esto con el fin de dar una directriz para aquellos productores que se inician en la producción a gran escala. Con esta información, se puede incrementar su calidad y rendimiento del producto. Las grandes empresas de transformación tienen especificaciones de calidad estrictas que garantizan la inocuidad de los diferentes productos en los cuales se transforma la leche.

El paulatino desarrollo de los esquemas de producción de leche en los que se considera la alimentación y el manejo sanitario del ganado ha llevado a establecer medidas que permiten disminuir el riesgo de contaminación paralelamente a la exigencia de estándares de calidad e inocuidad por parte del consumidor. Anteriormente no se tenía un control del uso de agentes biológicos y antibióticos, hormonas o aditivos en la alimentación del ganado, por lo que por muchos años este descontrol representó un riesgo de que el consumidor presentase hipersensibilidad, alergias, cáncer, anemias y alteraciones metabólicas.

La obtención de productos inocuos (libres de contaminación) y de calidad requiere la implementación y mantenimiento de estrictas normas de higiene (limpieza, sanitización) y control en el equipo, instalaciones y durante la manipulación de la leche. Los microorganismos que principalmente se buscan en la leche son los siguientes:

Coliformes

El número de unidades formadoras de colonias de las bacterias coliformes establece la calidad sanitaria del producto. Considerando que este género de bacterias se encuentra normalmente en el medio ambiente, se acepta una cierta cantidad de éstas en la leche, ya que la cantidad de bacterias de este tipo tiende a disminuir, no aumenta a bajas temperaturas y se elimina durante el tratamiento térmico.

El método de análisis de coliformes se especifica en la norma NOM-113-SSA1-1994.

Salmonella spp.

Es un género de bacterias de distribución universal causante de salmonelosis y fiebre tifoidea. El período de incubación es por lo general entre 12 a 36 horas, aunque en ocasiones entre 6 y 48 horas. Se transmite por contacto directo o contaminación cruzada durante la manipulación y procesamiento de alimentos por malas prácticas de higiene. Debido a los avances tecnológicos y a la concientización sobre su prevención de quienes industrializan los alimentos, su presencia es eventual, por lo que este análisis se efectúa sólo en casos de sospecha.

El método de análisis de *Salmonella spp* se especifica en la norma NOM-114-SSA1-1994.

Staphylococcus aureus

Es un agente patógeno que actúa como un microorganismo que crece en medios orgánicos en descomposición (saprófito). Se elimina con el tratamiento térmico. La tecnología y las buenas prácticas de fabricación de alimentos también han disminuido prácticamente este vector de contaminación, e igualmente su análisis se efectúa sólo en casos en los que se sospeche su presencia.

El método de análisis de *Staphylococcus aureus* se especifica en la norma NOM-115-SSA1-1994.

Listeria monocytogenes

Es un bacilo capaz de proliferar en un amplio intervalo de temperaturas (1° a 45°C) y una elevada concentración de sal. Desde la granja debe existir un control en el almacenamiento de los alimentos del ganado para que se acidifique cuanto antes, ya que en medio ácido la bacteria se desarrolla muy poco. Durante el procesamiento de la leche se debe evitar la contaminación cruzada (contacto entre la leche ya procesada y la leche “cruda” o sin procesar). Por su baja incidencia sólo se evalúa cuando hay sospecha de su presencia.

El método de análisis de *Listeria monocytogenes* se especifica en la norma NOM-143-SSA1-1995.

Mesofílicos aerobios y anaerobios

Este parámetro de medición sirve para evaluar la eliminación de bacterias que crecen en un ambiente con oxígeno (aerobias) y sin oxígeno (anaerobias) presentes en la leche, y que crecen a una misma temperatura. Después de un tratamiento térmico estas bacterias disminuyen considerablemente.

El método de análisis de los microorganismos mesofílicos aerobios y anaerobios se especifica en la norma NOM-143-SSA1-1995.

Termofílicos aerobios y anaerobios

Existen bacterias que pueden crecer a temperaturas mayores a las del medio ambiente, ya sea en presencia

de oxígeno (aerobias) o sin oxígeno (anaerobias). Este análisis solo se practica en productos que hayan sido sometidos a altas temperaturas con el fin de evaluar si el tratamiento térmico efectuado fue eficiente.

Existen otros parámetros que pueden asociarse a la actividad microbiológica en la leche y que también es importante medir, como:

Enterotoxina estafilocócica

Es posible que, aún cuando se haya eliminado *Staphylococcus aureus* durante el procesamiento de la leche, previamente esta bacteria se haya desarrollado y producido su toxina, que provoca diversas alteraciones en el hombre. Debido a que su presencia sólo es notable en productos deshidratados, por lo general su análisis únicamente se practica en alimentos en polvo.

Cuenta de células somáticas

La glándula mamaria de la vaca puede sufrir daño durante el ordeño debido al medio ambiente, manipulación inapropiada de la ubre, empleo inadecuado de agentes sanitizantes y desinfectantes y aplicación inapropiada de los equipos automáticos de ordeño.

La presencia de células somáticas en la leche representa la calidad sanitaria de la vaca de donde se obtuvo la leche. Se considera que una leche es aceptable con cifras menores a 100,000 (valor de referencia internacional), premiándose esta condición. Por esta razón se efectúan evaluaciones, principalmente en la leche cruda; indirectamente, se puede conocer la condición de salud del animal. La cuenta de células somáticas también sirve para clasificar la calidad microbiológica que contribuirá a definir si la leche se puede utilizar en la elaboración de productos específicos de leche, como queso, yogur, etc.

Inhibidores de crecimiento bacteriano (derivados clorados, sales cuaternarias de amonio, oxidantes, formaldehído)

Durante el proceso de preparación de alimentos o durante su procesamiento industrial es necesaria la limpieza de los utensilios, accesorios y equipos utilizados; en la mayoría de los casos, se utilizan sustancias químicas que contribuyen a evitar el crecimiento de bacterias en cualquiera de sus tipos. Cuando no se sigue un procedimiento apropiado, es posible la presencia de derivados clorados, sales cuaternarias de amonio, oxidantes y formaldehído en el producto final, causando con esto contaminación en el producto que ocasiona desde un mal sabor hasta la destrucción del producto. La Industria alimentaria ha desarrollado una serie de técnicas que prevén la eliminación de estos agentes sanitizantes. Cabe mencionar que hay una tendencia a aplicar el vapor saturado cuando es posible, lo que elimina totalmente este riesgo de contaminación. Su aplicación está siendo adoptada por una gran mayoría de industriales de la leche.

Aflatoxinas

Son toxinas derivadas del hongo *Aspergillus*; los más notables son *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* y *Aspergillus parasiticus*. Estas micotoxinas pueden aparecer en los alimentos del ganado y ser secretadas en la leche. Se sugiere efectuar un análisis para detectar la presencia de esta toxina solo cuando exista sospecha. Se establece como límite máximo aceptable de aflatoxina en leche (aflatoxina M1, secretada en la leche) 0.5 mg/l.

Con respecto a los *contaminantes y materia extraña* que pudieran estar presentes en la leche, la autoridad ha establecido límites máximos para metales pesados que son idénticos para los productos pasteurizados, ultrapasteurizados, esterilizados y deshidratados (3):

Arsénico (As): máximo 0.2 mg/Kg.

Mercurio (Hg): máximo 0.05 mg/Kg.

Plomo (Pb): máximo 0.1 mg/Kg.

De la misma manera, el límite máximo para las especificaciones físicas, químicas y el contenido de inhibidores fisicoquímicos y microbiológicos de crecimiento de microorganismos se especifican también para estos cuatro tipos de leche (ver tabla 3).

Tabla 3. Especificaciones físicas y químicas y de inhibidores de crecimiento de microorganismos en la leche.

| Producto | Límite máximo | | | | | | | |
|--------------------|------------------------------------|-----------------|-----------|------------------------------|-----------|--------------|-------------------------|-----------------|
| | Físicas y químicas | | | Inhibidores | | | | |
| | Prueba de fosfatasa residual UF/ml | Materia Extraña | Humedad % | Fisicoquímicos | | | | Microbiológicos |
| Derivados clorados | | | | Sales cuaternarias de amonio | Oxidantes | Formaldehído | Pruebas microbiológicas | |
| Pasteurizados | 4 | Ausencia | NA | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo |
| Ultrapasteurizados | NA | Ausencia | NA | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo |
| Esterilizados | NA | Ausencia | NA | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo |
| Deshidratados | NA | Ausencia | 4 | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo | Negativo |

Fuente: Secretaría de Salud. NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Especificaciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación.

Características de la leche cruda de vaca que se utiliza como materia prima para elaborar otros productos lácteos

A continuación se describen las especificaciones mínimas de calidad para la leche cruda de vaca (“bronca”) y sus especificaciones destinada a la fabricación e industrialización de productos para consumo humano en México. Dichas especificaciones son de aplicación voluntaria y no definitiva, y se actualizan conforme se adopten mejores procedimientos de obtención de la leche en la producción primaria. En la tabla 4 se describen las especificaciones fisicoquímicas para leche cruda de vaca.

Tabla 4. Especificaciones fisicoquímicas de la leche cruda de vaca.

| Parámetro | Especificación |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Densidad a 15.5 °C (g/ml) | 1.031 min. |
| Grasa butírica | Propia de la leche |
| Lactosa (g/l) | 43 a 50 |
| Sólidos no grasos (g/l) | No menor de 83 ni mayor de 89 |
| Punto crioscópico °C (°H) | No mayor a -0.530 ni menor a -0.550 |

Fuente: Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios. Secretaría de Salud.

La leche cruda de vaca, además, debe someterse a los siguientes análisis de orden microbiológico (3):

- Acidez (expresada como ácido láctico).
- Prueba de alcohol.
- Materia extraña.
- Inhibidores.
- Aflatoxinas (*vide supra*).

Cabe aclarar que las clases de leche cruda A, B y C tienen diferentes parámetros para la cuenta total de bacterias mesofílicas aerobias y para la cuenta de células somáticas.

Control sanitario en la producción de leche y productos lácteos

Es necesario que durante la fabricación de productos de origen animal se lleven a cabo controles estrictos en todas las etapas de la producción que incluyan datos sobre la salud animal, su alimentación, su manejo, la trazabilidad del producto lácteo iniciando desde la identificación de los animales hasta la implementación de registros y bitácoras, la utilización adecuada de productos biológicos y químicos autorizados, el uso correcto de antibióticos incluyendo el respeto del momento de suspender su uso, los procedimientos de limpieza y sanitización, el manejo de desechos, el control de fauna nociva, la calidad ambiental, etc., todo esto promovido a través de la adopción de programas de buenas prácticas pecuarias, independientemente del tipo de producción. En todas estas acciones el objetivo es evitar un problema de salud pública (4).

Existen vectores causantes de enfermedades dentro de la producción de leche industrializada o lácteos que pueden ser transmitidos de un eslabón a otro dentro de su cadena de producción como:

- La presencia de *aflatoxinas* en leche: causada generalmente por el uso indebido de alimento para ganado contaminado con esta toxina.
- La transmisión de tuberculosis.
- La transmisión (de un hato a otro) de *Brucella spp.*
- La presencia de antibióticos (cuyo uso ha sido descontrolado).
- La recolección de leche de vacas enfermas por un descuido en registros específicos o por desconocimiento del uso o aplicación de los mismos.

A este respecto, la autoridad ha implementado una Campaña Nacional contra la brucelosis en los animales (5) que tiene por objeto controlar y erradicar la brucelosis en bovinos, caprinos y ovinos del territorio nacional. Dicha campaña se encuentra regulada en la norma oficial mexicana NOM-041-ZOO-1995 Campaña Nacional contra la Brucelosis de los Animales (Diario Oficial de la Federación del 20 de agosto de 1996, y su aclaración el 20 enero de 1997). Las estrategias utilizadas en zonas de baja de prevalencia son el sacrificio de animales positivos, la vacunación de los hatos infectados y la constatación de hatos y rebaños libres. En zonas de mediana y alta prevalencia la estrategia es la vacunación masiva contra brucelosis. Con estas acciones se contribuye a la reducción de la prevalencia en las zonas de riesgo donde se realizaron actividades de diagnóstico y vacunación, coadyuvando en la reducción de los casos nuevos de brucelosis humana debidos al contacto con animales infectados o consumo de sus productos lácteos no pasteurizados.

Desde su surgimiento, el sector industrial de la leche ha implementado sistemas de control de calidad estrictos que mejoran los procesos de prevención de riesgos; conforme han evolucionado los procesos, las empresas dedicadas a este sector lechero invierten lo necesario para mantener la inocuidad.

Es importante considerar que si la leche, materia prima fundamental para la elaboración de productos lácteos como queso, mantequilla, yoghurt, dulce de leche, etc, cumple las especificaciones, seguramente los productos podrán cumplir con las características propias para cada uno de ellos. Con el fin de informar

y promover los requisitos mínimos de buenas prácticas de higiene que deben observarse al elaborar un producto lácteo, la autoridad sanitaria mexicana ha desarrollado documentos que establecen directrices que fomentan el aseguramiento de su inocuidad, como la norma oficial mexicana “NOM-251-SSA1-2009. Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios (1º de marzo del 2010. Diario Oficial de la Federación” (6).

Análisis microbiológico de los productos lácteos

Para varios de los productos lácteos que se definen en el capítulo 2 y cuyo proceso se describe en el capítulo 4 (como la crema, yoghurt y suero de leche, entre otros) no existe una especificación *fisicoquímica* nacional definitiva, por lo que la mayoría de los fabricantes de estos productos utilizan como referencia las normas internacionales, principalmente las referidas en el Codex Alimentarius (7). En cambio, las especificaciones *sanitarias* -que incluyen especificaciones *microbiológicas* y de *contaminantes*- se han establecido en la norma oficial mexicana -NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación del 27 de septiembre del 2010 (3) y que se muestran en las tablas 5 a 9:

Tabla 5. Especificaciones microbiológicas para mantequilla.

| Especificaciones | Límite máximo |
|------------------------------|----------------------|
| Coliformes totales | 10 UFC/g |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | < 100 UFC/g |

Fuente: Norma oficial mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. 27 de septiembre de 2010.

Secretaría de Salud. NOM-185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.

Tabla 6. Especificaciones microbiológicas para cremas.

| Especificaciones | Límite máximo |
|------------------------------|----------------------|
| Coliformes totales | 10 UFC/g |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | < 100 UFC/g |
| <i>Salmonella spp.</i> | Ausencia/25 g |

Fuente: Norma oficial mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. 27 de septiembre de 2010.

Tabla 7. Especificaciones microbiológicas para producto lácteo condensado azucarado.

| Especificaciones | Límite máximo |
|------------------------------|---------------|
| Coliformes totales | 10 UFC/g |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | < 100 UFC/g |

Fuente: Norma oficial mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. 27 de septiembre de 2010.

Tabla 8. Especificaciones microbiológicas para productos fermentados y acidificados.

| Especificaciones | Límite máximo |
|------------------------------|---------------|
| Coliformes totales | 10 UFC/g |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | < 100 UFC/g |
| <i>Salmonella spp.</i> | Ausencia/25 g |

Fuente: Norma oficial mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. 27 de septiembre de 2010.

Tabla 9. Especificaciones microbiológicas para dulces de leche.

| Especificaciones | Límite máximo |
|------------------------------|---------------|
| Coliformes totales | 10 UFC/g |
| <i>Staphylococcus aureus</i> | < 100 UFC/g |
| <i>Salmonella spp</i> .* | Ausencia/25 g |

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

Fuente: Norma oficial mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba. Diario Oficial de la Federación. 27 de septiembre de 2010.

Debido al avance de la tecnología instrumental y a la presencia de nuevos factores que pueden afectar la leche y lácteos, esta serie de análisis químicos y microbiológicos deberán acondicionarse. De ahí la importancia en transformar la investigación y desarrollo en un proceso continuo de forma que se garantice la calidad de la leche y los productos lácteos y así se pueda mantener la preferencia del consumidor hacia éstos al lograr una estabilidad de su contenido nutrimental e inocuidad.

Conclusiones

Existen diversos análisis químicos, fisicoquímicos, microbiológicos y de materia extraña que deben aplicarse a la leche y lácteos con el fin de evaluar su calidad, inocuidad y adecuación para la fabricación de diversos productos lácteos cuyas especificaciones se encuentran en las normas mexicanas e internacionales.

Bibliografía

1. Walstra P, Geurts TJ, Noomen A, Jellema A, Van Boekel MAJS. Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos, Ed. Acribia. España, 2001. ISBN.84-200-0961-X.
2. Secretaría de Economía. NOM-155-SCFI-2003, Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba. 12 de septiembre de 2003 Diario Oficial.
3. Norma oficial mexicana NOM-243-SSA1-2010. Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba (27 de septiembre, Diario Oficial de la Federación).
4. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Leche Bovina. SAGARPA-SENASICA 2009 / www.sagarpa.gob.mx / www.senasica.gob.mx
5. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Campañas Zoonosológicas, SENASICA, <http://www.senasica.gob.mx>
6. Secretaría de Salud. NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios (1º de marzo del 2010, Diario Oficial de la Federación).
7. Comisión Codex alimentarius, <http://www.codexalimentarius.net>

Normas oficiales mexicanas de métodos de prueba mencionados en el presente capítulo.

NOM-155-SCFI-2003, Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.

NOM-092-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

NOM-110-SSA1-1994 Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.

NOM-111-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

NOM-112-SSA1-1994 Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del número más probable.

NOM-113-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa.

NOM-114-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos.

NOM-115-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método para la determinación de Staphylococcus aureus en alimentos.

NOM-116-SSA1-1994 Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.

NOM-117-SSA1-1994 Bienes y servicios. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica.

NOM-086-SSA1-1994 Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificación en su composición. Especificaciones nutrimentales.

NOM-184-SSA1-2002 Productos y servicios-Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Especificaciones sanitarias.

NMX-F-210-1971 Método de prueba para la determinación de grasa butírica en leche en polvo.

NMX-F-424-S-1982 Productos alimenticios para uso humano-Determinación de la densidad en leche fluida.

6. LA LECHE Y LOS PROGRAMAS DE AYUDA ALIMENTARIA EN MÉXICO

Dra. María del Pilar Milke García

Historia del abasto lechero en México y surgimiento de los primeros programas de ayuda alimentaria

Los primeros vacunos que pisaron tierras mexicanas en 1493 fueron originarios de Cabo Verde y Las Canarias y pertenecían a una raza que luego se conoció como “ibérica” (1); posteriormente Hernán Cortés fomentó la cría de este ganado pero, por el hecho de ser un mucho mayor proveedor de carne que de leche junto con otros factores como la consanguinidad, las grandes sequías y plagas que azotaban al país y la falta de interés en mejorar la raza, la producción de leche era tan exigua que no alcanzaba para que la vaca siquiera amamantara a sus crías. No obstante, el ganado vacuno que pastó por primera vez en Veracruz y Oaxaca no tardó en diseminarse por el país. Mientras tanto, los indígenas persistían en su resistencia a asimilar ciertas costumbres de los conquistadores como el beber leche, ya que el *octli* o pulque (la leche de la diosa Mayáhuatl -o mujer de cuatrocientos senos) era considerado alimento divino, medicina e intoxicante ritual. Esta resistencia también se debía a la hostilidad producida por los daños ocasionados a las milpas de los indígenas por el ganado, enemigo de Xilonen o Madre del Maíz Tierno. Según Charles Gibson, el prejuicio contra la leche fue una constante en la nueva España entre españoles e indios y puede afirmarse que en esta época sobraba la leche pero faltaban consumidores.

Sea como fuere, la reproducción de vacunos fue en acelerado aumento, especialmente en Nueva Galicia (hoy Jalisco-sin duda una de las importantes cuencas lecheras actuales en nuestro país). A mediados del siglo XIX dos cronistas (Guillermo Prieto y Antonio García Cubas) relataron que la leche, sola o combinada en el atole de maíz o el chocolate, figuraba en la dieta de diferentes comunidades.

Probablemente las épocas de crisis alimentarias contribuyeron a crear conciencia sobre el valor de la leche en la dieta familiar, y particularmente en 1915, durante la fase más cruda de la Revolución Mexicana cuando se vivieron la escasez de víveres en la ciudad de México, la importante adulteración en el pan y leche y la abundancia de carne descompuesta. La carestía impulsó la formación de comedores públicos y gratuitos en los barrios más pobres. Poco a poco la leche fue ganando espacio en la conciencia de los criollos y mestizos como un alimento que contribuía al sano desarrollo físico y mental, tanto así que la huelga del Sindicato Mexicano de Electricistas de 1936 logró que las grandes pasteurizadoras -a manos de particulares- abarataran el costo de la leche a favor de niños y enfermos.

El crecimiento demográfico trajo como consecuencia que un número cada vez mayor de gente no tuviera la posibilidad de tomar leche. El fantasma de la desnutrición comenzó a hacer su aparición a través de las masas urbanas. Comenzó una época de déficit de leche, consecuencia de la desorganización de hatos y su poca especialización, falta de insumo y productores descapitalizados que no podían mantener sus hatos. El gobierno de México optó por importar leche. Con el fin de hacer más accesible el precio de la leche, en 1938 Lázaro Cárdenas lanzó el proyecto de la “planta única pasteurizadora de leche” para tener un control sanitario más estricto y centralizado. En 1944 se enfatizó la urgencia de fomentar la producción de leche para abaratarla y ampliar la población que la pudiera consumir. De enorme importancia fue crear infraestructura para convertir la leche en productos semiperecederos o no perecederos cuando la leche ocasionalmente sobraba.

Con el fin de aliviar una parte de la demanda insatisfecha de leche, la Nacional Distribuidora y Reguladora o NADYRSA emplazó en zonas estratégicas de la ciudad de México expendios populares estratégicamente situados para favorecer a las clases populares. En 1945 se ordenó su liquidación y la Compañía Exportadora

e Importadora Mexicana, S.A. (CEIMSA) se hizo cargo del abastecimiento y regulación de los precios de los productos de primera necesidad. En 1946 construyó, junto con UNICEF, la primera planta deshidratadora de leche para dotar de leche a la niñez mediante un programa de asistencia que repartía 250,000 raciones diarias, y en 1958 CEIMSA integró leche en los desayunos escolares y repartía leche en los hospitales de la Secretaría de Salubridad. Con el tiempo, CEIMSA fue sustituida por la Comisión Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), que principalmente rehidratava leche en polvo; sin embargo, continuó el desabasto de leche.

En 1972 se buscó la reestructuración total de la “Rehidratadora de Leche CONASUPO”, cambiando de razón social a “Leche Industrializada CONASUPO” (LICONSA). A partir de este momento el objetivo social de esta nueva empresa era prestar un servicio público y social: fomentar la producción de los pequeños ganaderos y hacer accesible, mediante precios bajos, la leche a las clases económicamente débiles de nuestro país.

Programas de ayuda alimentaria con leche: el contexto mundial

Los programas de ayuda alimentaria en los que se distribuye leche surgieron a partir de 1961-1962 cuando mundialmente hubo un gran excedente de leche que se envió a los países más necesitados (2). La elección de la leche como alimento para subsanar el grave problema de desnutrición a nivel mundial, por tanto, no obedeció en este momento a motivos de contenido nutrimental, conveniencia por practicidad u otra razón, sino a que se requería aprovechar este recurso y , con su distribución, controlar el precio mundial de la leche evitando su caída en picada. De la misma forma, en otras épocas se utilizaron excedentes de cereales y de soya. No obstante, desde principios del siglo pasado se creó una conciencia en los investigadores de la salud que una importante causa de la desnutrición por falta de alimentos (desnutrición primaria) se debía al deficiente consumo de proteínas, mismo que se ha demostrado se refleja en una falta de crecimiento, fuerza y tono muscular, deficiencias inmunológicas, etc (3-6), con lo que la leche empezó, a partir de entonces, a gozar de un lugar muy especial en los programas de ayuda alimentaria, dado su importante aporte de proteínas de excelente calidad y como fuente energética. Así, muchos países en vías de desarrollo empezaron a estructurar programas dirigidos principalmente a niños y a población vulnerable en los que la leche figuró como el medio más fácil para revertir o prevenir el riesgo de desnutrición.

Programas de ayuda alimentaria: quiénes son los beneficiarios

Los programas de ayuda alimentaria deben ir dirigidos a población desnutrida y en riesgo de desnutrición dadas sus malas condiciones económicas. Existen varios criterios que evalúan sobre todo el estado de nutrición –aunque también la capacidad funcional y algunos otros parámetros relacionados con la pobreza- que permiten construir un padrón de población beneficiaria para asignar justificadamente esta ayuda alimentaria en forma precisa a la población más necesitada. Entre los parámetros más empleados se pueden mencionar:

- Peso para la edad (evaluado con nomogramas de valores percentilares).
- Peso para la talla.

Ambos parámetros requieren una báscula, a la que en muchos casos no se puede acceder.

Otro parámetro más sencillo y de uso comunitario práctico implica el uso de un aro con una circunferencia fija (en el caso de México, de 13.5 cm; en Brasil, de 12.5 cm), que indica la asignación del apoyo a los niños cuya circunferencia de brazo sea menor a esta medida (independientemente de la edad; de esta forma

niños de corta edad en peso adecuado o niños de mayor edad pero desnutridos lo tendrían; y niños de corta edad con sobrepeso no lo tendrían).

En México se cuenta con un mapa generado por el grupo del Dr. Adolfo Chávez (INCMNSZ) en el que se especifica el grado de riesgo nutricional por municipio de todo el país (7) en función un índice compuesto por siete variables (entre ellos, “índice de pobreza” y “desnutrición”) cuya utilidad es establecer la población prioritaria en los programas de ayuda alimentaria. Desafortunadamente, muchos de los programas de ayuda alimentaria que operan en el país no emplean un padrón de beneficiarios, el padrón es incompleto o incorrecto o, en los casos más extremos, la ayuda alimentaria se distribuye atendiendo a otros fines diferentes al original, que es ayudar a la población más necesitada a mejorar su estado de nutrición.

Se requiere mucha concientización de nuestros gobernantes y de la cadena de distribución sobre la importancia de la desnutrición en el desarrollo de todas las potencialidades (físicas y mentales) de nuestros niños, así como un importante esfuerzo de organización e interés genuino en acabar con este problema que por muchos años ha aquejado a nuestro país.

LICONSA: el programa de abasto social de leche

Aún cuando existen otros programas gubernamentales en los que la leche es el elemento fundamental de ayuda alimentaria (ej: desayunos escolares), sin duda el programa más extendido en el país es el de LICONSA. Actualmente LICONSA está constituida como una empresa de participación estatal mayoritaria que industrializa leche de calidad y la distribuye a precio subsidiado a millones de mexicanos en condiciones de pobreza, fundamentalmente niños de hasta 12 años de edad, así como mujeres de 13 a 15 años gestantes o lactantes y de 45 a 59 años, enfermos crónicos, discapacitados y adultos de 60 y más años (8). La leche LICONSA está adicionada de hierro, zinc, ácido fólico y vitaminas A, C, D, B₂ y B₁₂, deficientes en el grueso de la población de mexicanos.

El padrón de beneficiarios está conformado de la siguiente manera (tabla 1):

Tabla 1. Padrón de beneficiarios en el programa de abasto social de leche LICONSA (a julio de 2010).

| Beneficiarios | 6'078,774 |
|------------------------------------|------------------|
| Niños menores de 12 años | 3'813,111 |
| Niñas de hasta 15 años | 372,426 |
| Enfermos crónicos o discapacitados | 241,760 |
| Mujeres gestantes o lactantes | 59,575 |
| Mujeres de 45 a 59 años | 561,097 |
| Adultos mayores de 60 años | 1'030,805 |
| Número de familias | 3'033,532 |
| Municipios atendidos | 1,852 de 2,445 |
| Números de lecherías | 9,486 |
| Leche distribuida en el mes | 86'049,312 L |
| Distribución promedio diaria | 3'420,876 L |
| Dotación promedio por beneficiario | 0.563 L |

Fuente: <http://www.liconsa.gob.mx>.

Impacto nutricional del programa de abasto social

En un estudio realizado en 2004 por el Instituto Nacional de Salud Pública, el grupo del Dr. Juan Rivera Dommarco, director del Centro de Investigación en Nutrición y Salud de ese Instituto, informó que la fórmula de leche adicionada LICONSA revirtió algunos efectos de desnutrición infantil (9): alrededor de 370,000 niños que consumieron durante 6 meses esta leche redujeron sustancialmente su anemia, y hasta 51,000 niños entre 12 y 30 meses de edad (25% del total de niños de esta edad) que consumieron esta leche durante 6 meses superaron totalmente dicha condición en comparación con quienes recibieron leche no suplementada de hierro; en los niños entre 12 y 24 meses la anemia se redujo hasta en un 44%.

En 2006 se dieron a conocer los resultados de una segunda evaluación realizada durante 2005 y 2006, por el Instituto Nacional de Salud Pública en niños beneficiarios y no beneficiarios del Programa de Abasto Social de Leche de LICONSA, destacando que la leche adicionada durante uno o dos años disminuyó la tasa de anemia hasta tres veces en comparación con los niños que no la consumieron; los niños, además, crecieron 2.6 cm más que los no suplementados.

La leche; ¿ayuda en los programas de ayuda alimentaria?

Simultáneamente a este problema –y como indiscutible paradoja- México ocupa el primer lugar en obesidad infantil y se ha sugerido por algunos grupos sobre el consumo de leche descremada. Al proponer medidas que de alguna forma contengan el problema del sobrepeso y obesidad infantil en nuestro país es necesario hacer las debidas precisiones: no olvidar que el consumo de un alimento no representa el aporte total de la dieta sino una parte de ella, considerar el consumo real de este alimento por parte de la población en cuestión y tomar en cuenta el contexto global de la población estudiada. La leche puede llegar a aportar hasta el 17% del total de lípidos en la dieta de un niño mexicano; sin embargo, en la población más necesitada de nuestro país (y que idealmente se beneficiaría de programa de ayuda alimentaria con leche), el uso de leche entera constituye quizá uno de los pocos recursos energéticos y como fuente de grasa de esta población que requiere no sólo un mayor aporte de nutrimentos en general, sino simplemente un mayor aporte energético que facilite su crecimiento y mejore su calidad de vida.

Conclusiones

El ganado vacuno llegó a México en 1493 pero hubo resistencia de la población nativa al consumo de leche por razones religiosas. En 1915, plena Revolución Mexicana, la escasez de víveres hizo que la leche fuera ganando un espacio en las mesas de los mexicanos, y en 1936 el Sindicato Mexicano de Electricistas logró que las grandes pasteurizadoras a manos de particulares abarataran el costo de la leche. En 1938 Lázaro Cárdenas lanzó el proyecto de la “planta única pasteurizadora” para tener un control sanitario estricto. Se emplazaron expendios populares en la ciudad de México y en 1945 CEIMSA abasteció y reguló los precios de los productos de primera necesidad y construyó, junto con UNICEF, la primera planta deshidratadora de leche para dotar de leche a la niñez. CEIMSA fue sustituida por CONASUPO y en 1972 se reestructuró dando lugar a LICONSA.

La leche fue empleada en un inicio en los programas de ayuda alimentaria a nivel mundial en función a excedentes, aunque posteriormente se reconoció el importante papel de este alimento en el combate a la desnutrición.

Los programas de ayuda alimentaria deben ir dirigidos a población desnutrida y en riesgo de desnutrición. En México se cuenta con un mapa generado por el Dr. Chávez en el que se especifica el grado de riesgo nutricional por municipio de todo el país.

En México LICONSA, una empresa de participación estatal mayoritaria que industrializa leche de calidad, la distribuye a precio subsidiado a millones de mexicanos en condiciones de pobreza y riesgo nutricional. Algunos estudios han destacado el papel de la leche adicionada durante uno o dos años disminuyó la tasa de anemia en niños y favoreció su crecimiento longitudinal (talla). En población infantil desnutrida y en riesgo de desnutrición, la leche entera constituye quizá uno de los pocos recursos energéticos que esta población requiere para apoyar su crecimiento y mejorar su calidad de vida.

Bibliografía

1. Milke García P. Historia del abasto lechero en México y el papel del Estado en su distribución masiva. Cuad Nut 1997; 20: 30-35.
2. Comunicación oral con el Dr. Adolfo Chávez Villasana, investigador en Nutrición Comunitaria Mc Collum por sus contribuciones científica en el conocimiento de la desnutrición.
3. Pond, WG, Yen JT, Lindvall RN. Early protein deficiency: effects on later growth and carcass composition of lean or obese swine. J Nutr 1080; 110: 2506-2513.
4. Llima SF, Souza CTM, Vieira LQ, Coehlo PMZ. Protein deficiency impairs the schistosomicidal action of praziquantel. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 1998; 93 (suppl 1): 271-272.
5. Ortiz R, Campos C, Gómez JL, Espinoza M. Ramos Motillac M, Betancourt M. Effect of renutrition on the proliferation kinetics of PHA stimulated lymphocytes from malnourished children Mutation Research/ Environmental Mutagenesis and Related Subjects; 1995; 34: 235-241.
6. Joffe MI, Kew M, Rabson AR. Lymphocyte subtypes in patients with atopic eczema, protein calorie malnutrition, SLE and liver disease. J Clin Lab Immunol. 1983 Feb;10(2):97-101.
7. Desnutrición. Muñoz Chávez M, Chávez Villasana A)
8. <http://www.liconsa.gob.mx>.
9. Villalpando S, Shamah T, Rivera J, Cuevas L, Mundo M, Avila MA y cols. Impacto de la leche fortificada Liconsa en el estado de nutrición de los niños beneficiarios del Programa de Abasto Social. Informe final. Cuernavaca, Morelos 2004.

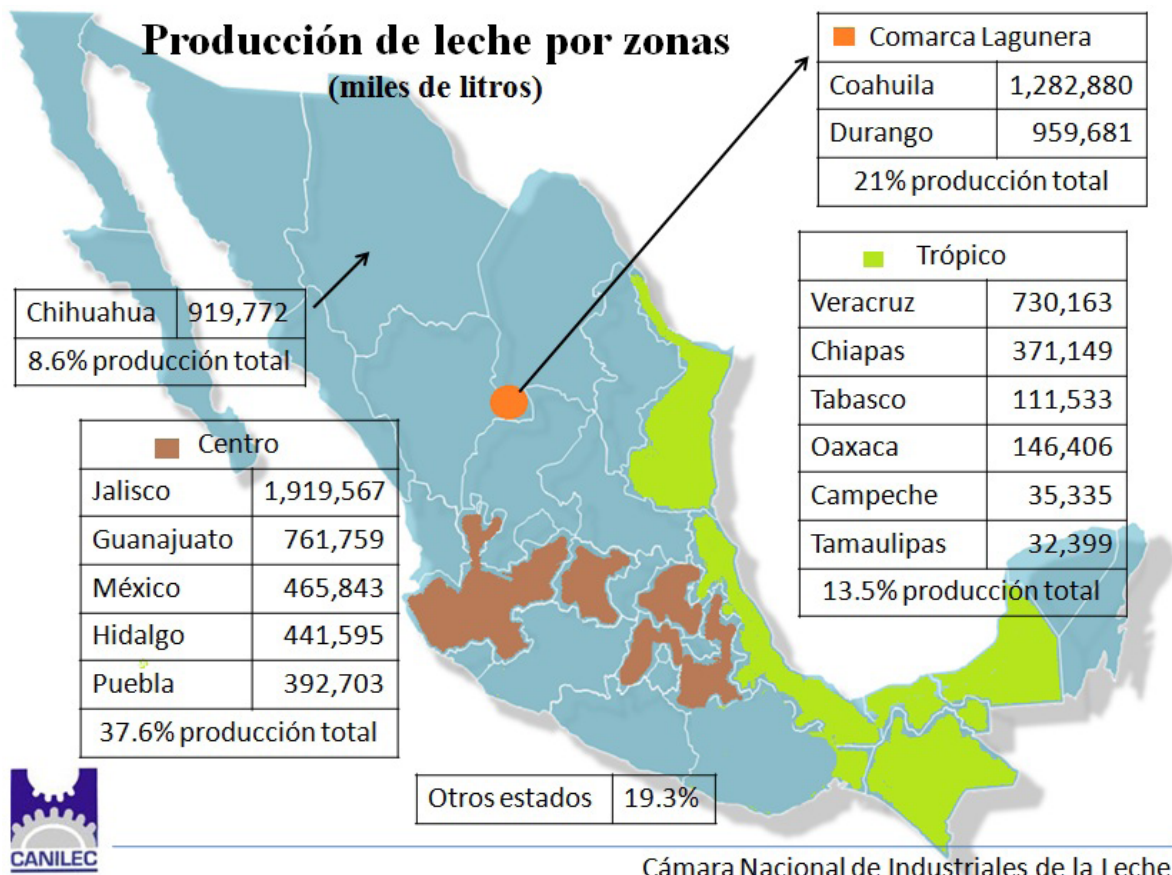
7. PRODUCCIÓN DE LECHE Y LÁCTEOS EN MEXICO.

Dr. Félix Martínez Cabrera
 Lic. José García González
 Lic. Jesús Revuelta Tortolero

Producción de leche en el territorio nacional

México es un país que, por sus características climatológicas y su organización pecuaria, no ha logrado incrementar de manera importante su producción lechera. A nivel mundial se ubica como el décimo segundo productor de leche. En la figura 1 se detalla la producción de leche en 2009 por regiones.

Figura 1. Producción de leche por regiones (México 2009).



Para que el incremento de la producción lechera en México se equipare al aumento que presenta la demanda de productos lácteos es necesario que se establezcan polos de desarrollo; para tal fin, las zonas tropicales son las que cuentan con los recursos naturales para hacerlo de manera competitiva y autosuficiente. La tabla 1 muestra un análisis de las ventajas y desventajas de la producción de leche que se da en el Altiplano Central y en el trópico.

Tabla 1. Ventajas de la producción lechera en el Altiplano central y la zona tropical en México.

| Altiplano Central | Trópico |
|--|---|
| La disponibilidad de agua es muy restringida, lo que limita la producción de forraje en forma creciente. | La disponibilidad de agua y de pastos es alta, facilitando la producción de leche. |
| El crecimiento de la producción de 1993 a 2010 ha sido de 12.71% anual debido a que es una producción intensiva pero con altos costos de producción. | De 1993 a 2010 el crecimiento de la producción fue de 10.95% anual, con bajos costos de producción. |
| La tendencia de las cotizaciones internacionales de granos es muy variable, lo que afecta aún más los costos de producción. | Por ser animales de pastoreo requieren alimentación complementaria mínima. |
| Se insiste en apoyar el incremento en la producción, a pesar de tener factores que hacen que esta zona no sea competitiva para la producción de leche. | Dispone de recursos, pero no existen programas de apoyo gubernamental que fomenten la producción. |
| La producción tecnificada de un litro de leche requiere 300 litros de agua (bebederos, lavado de instalaciones, riego, forrajes, etc.) | Por el mismo sistema de pastoreo, este ganado obtiene sus requerimientos de agua fundamentalmente de la lluvia. |

La principal característica que debe tener una zona o región para producir leche de manera competitiva, es contar con suficiente agua que permita una mayor disponibilidad de pastos y de forrajes naturales para pastoreo directo y de esta manera soportar la producción así como el crecimiento requerido.

Al hacer un rápido análisis de las condiciones hidrológicas que existen en otros países donde los precios de la leche son inferiores a los de nuestro país o, dicho de otra manera, donde se alcanza una mayor productividad, se observa que en todas ellas las explotaciones lecheras se ubican en lugares donde hay una alta disponibilidad de agua como en los casos de Nueva Zelanda, el sur de Australia y el centro de Argentina, Chile y Uruguay.

La necesidad de importar leche

La producción de leche en México de 2005 a 2010 ha tenido un crecimiento del 10.3%, lo que hace que en términos monetarios esta actividad sea equivalente al 22% del valor total del sector pecuario, siendo la tercera en importancia superando a la producción de cerdo y huevo.

Como se puede apreciar en la tabla 2 y figura 2, México ha sido por años un país deficitario en la producción de leche, por lo que para cubrir la demanda interna se recurre a las importaciones de distintos productos lácteos que van desde materias primas (80%) a productos terminados (20%); en términos de leche equivalente, las importaciones representaron en el año 2009 el 29% del consumo total en México, y hasta junio del 2010 este porcentaje de dependencia disminuyó hasta el 27%.

Tabla 2. Producción, consumo e importación de leche en México (2005-2010).

| Año | Producción de leche ** | Porcentaje sobre el consumo nacional | Consumo de leche ** | Importación *** | Porcentaje sobre el consumo nacional |
|-------|------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------------|
| 2005 | 9'868,301 | 63% | 15'599,536 | 5'731,235 | 37% |
| 2006 | 10'088,551 | 69% | 14'536,529 | 4'447,978 | 31% |
| 2007 | 10'345,982 | 68% | 15'256,882 | 4'910,900 | 32% |
| 2008 | 10'600,854 | 71% | 15'012,048 | 4'411,194 | 29% |
| 2009 | 10'592,303 | 71% | 15'006,843 | 4'414,540 | 29% |
| 2010* | 5'115,523 | 73% | 6'999,529 | 1'884,006 | 27% |

* Enero a junio

** Miles de litros

*** Miles de litros equivalentes

Fuente: SIAP, Administración General de Aduanas.

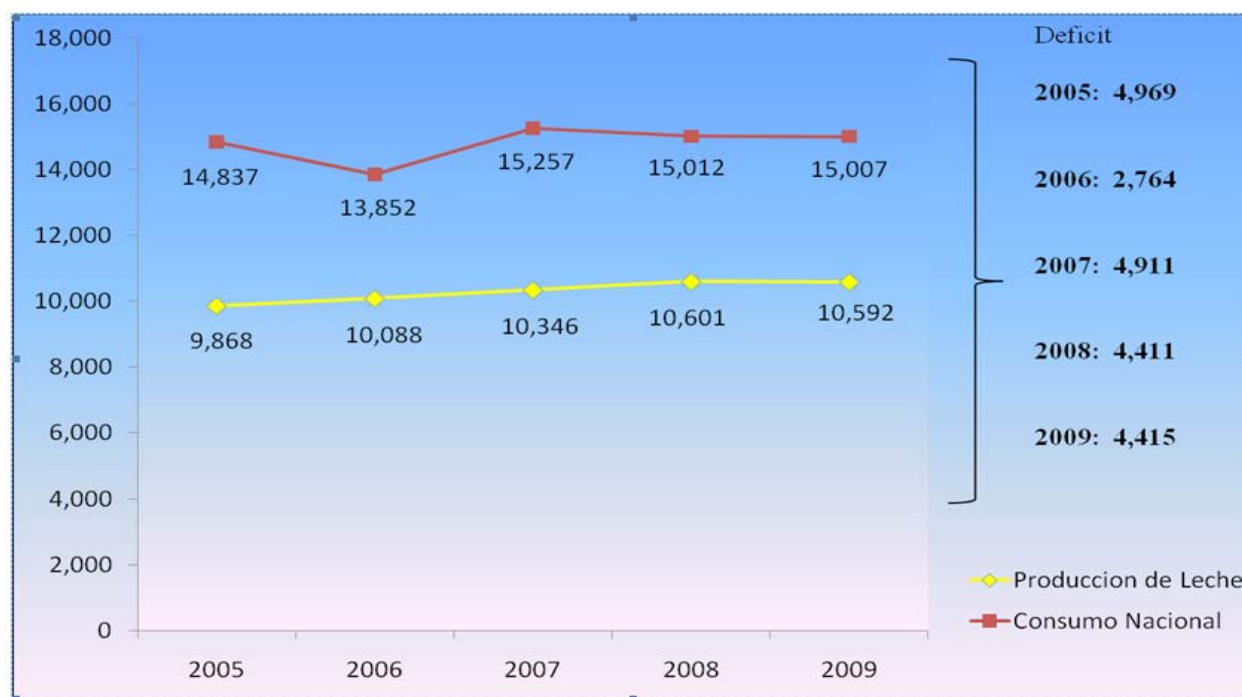


Figura 2. Producción y consumo de leche de vaca (millones de litros equivalentes) para el período 2005-2009 en México.

En cuanto al origen de las importaciones totales, el 68.1% provino de Estados Unidos de Norteamérica, el 15.3% de Nueva Zelanda, el 3.8% de Chile, por mencionar sólo a los más importantes proveedores externos del mercado mexicano.

En distintos foros, tanto privados como oficiales, se ha escuchado la necesidad que tiene el país de ser autosuficiente en la producción de leche, aunque las tendencias y los estudios demuestran que es muy difícil que esta autosuficiencia se dé en el corto y mediano plazo ya que la producción crecerá durante los próximos 20 años a un ritmo de apenas el 1.7% anual, mientras que se espera una tendencia de crecimiento superior en el consumo. Por poner un ejemplo, durante el periodo 2000-2008 la producción de leche aumentó en un 14%, mientras que el consumo lo hizo en un 42%, no advirtiéndose condiciones propicias para revertir esta tendencia.

Durante mucho tiempo, nuestro país se mantuvo cerrado al exterior, evitando de esta manera la competencia internacional dentro del sector lechero; tal era la situación que antes de 1986, fecha de ingreso de México al Acuerdo General de Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) -hoy Organización Mundial del Comercio (OMC)- sólo era posible adquirir productos importados en los puertos libres o en tiendas especializadas a precios muy altos. Esta situación no fomentaba el desarrollo de la industria de manera importante, ya que la totalidad de la producción nacional estaba vendida, y al no tener productos que presentaran una alternativa real de consumo no existía el interés por lograr mejoras sustanciales en calidad, precio y servicio. A partir de esa fecha, y con un mercado abierto aunque sea de manera parcial, países de todo el mundo realizaron sus primeras importaciones a México (con excepción de la leche en polvo que era importada por CONASUPO), obligando a la industria nacional a implementar mejoras en sus procesos, así como en las condiciones de producción por parte de los ganaderos, pero no fue sino hasta 1994 con el cambio de las Licencias Previas por el de Aranceles Cupo que las fronteras se abrieron de manera definitiva, situación que permitió a la población el tener, a partir de entonces, nuevos productos, nuevas marcas, y nuevas presentaciones, obligando a la industria nacional a dar el gran salto hacia la modernización.

Esto ha permitido utilizar de mejor manera la leche nacional en la elaboración de productos donde México es más competitivo, de tal forma que permite que las importaciones participen de manera importante en el complemento del abasto nacional. Los productos que muestra la tabla 3 incluyen las materias primas y los productos terminados más representativos de las importaciones que realiza nuestro país.

Tabla 3. Importación de leche y productos lácteos en México (2005-2010) (toneladas).

| Año | Leche en polvo | Preparaciones alimenticias | Quesos y requesón | Suero y lactosuero | Grasa butírica | Leche fluida | Otros | Total |
|--------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|--------------|----------------|
| 2005 | 190,700 | 126,625 | 87,400 | 67,043 | 68,750 | 84,979 | 154,486 | 779,983 |
| 2006 | 154,891 | 36,743 | 83,227 | 101,688 | 46,504 | 34,789 | 159,978 | 617,820 |
| 2007 | 167,389 | 41,079 | 88,939 | 101,853 | 55,094 | 88,763 | 178,061 | 721,177 |
| 2008 | 180,742 | 22,530 | 72,203 | 78,698 | 35,009 | 61,462 | 181,925 | 604,631 |
| 2009 | 197,294 | 22,750 | 78,456 | 74,742 | 61,562 | 45,141 | 124,881 | 604,827 |
| 2010* | 70,552 | 4,368 | 42,179 | 38,314 | 20,406 | 18,720 | 66,901 | 261,440 |

* Enero a junio

Fuente: Administración General de Aduanas

Conclusiones

México es un país deficitario de leche, por lo que ha recurrido desde hace ya varias décadas a la importación de hasta el 29% del consumo nacional (2009) no sólo de leche, sino también de productos lácteos. El incremento de la producción lechera en México sólo sería posible estableciendo polos de desarrollo en zonas tropicales que cuenten con recursos naturales para hacerlo de manera competitiva y autosuficiente. La apertura del mercado mexicano a otros mercados ha obligado a que la industria lechera nacional se modernice y sea más competitiva en productos selectos; sin embargo, queda mucho por hacer.

Bibliografía

<http://www.canilec.org.mx/estadisticas.html>

http://www.canilec.org.mx/prod_leche.html

http://www.canilec.org.mx/prod_industrial.html

<http://www.canilec.org.mx/consumo.html>

<http://www.canilec.org.mx/importaciones.html>

8. PRODUCTOS LÁCTEOS EN EL MERCADO MUNDIAL Y EN MÉXICO: PRODUCCIÓN Y CONSUMO.

Dra. Sara Esther Valdés Martínez

La leche empezó a transformarse de forma accidental cuando se transportaba leche en estómagos de animales que poseen enzimas (proteasas), un tipo de proteínas específicas que cuajan la leche. De esta práctica surgió el proceso artesanal de elaboración del queso, tal vez el primer producto derivado de la leche.

La leche representa una fuente muy importante de nutrimentos para el ser humano y se ha transformado a lo largo de los años en un sinnúmero de productos. En la figura 1 se relacionan algunos componentes de la leche con productos que se derivan de éstos.



Figura 1. Transformación de la leche en productos lácteos.

Entre los productos tradicionales que se elaboran a partir de leche se encuentran:

- Leches fluidas y en polvo.
- Leches evaporadas y condensadas.
- Quesos.
- Mantequillas.
- Productos fermentados: yoghurts, búlgaros, kéfir.
- Postres: cajeta, chongos zamoranos, etc...

(consultar los capítulos 2,3 y 4 para su definición, generalidades y procesos).

Las leches se procesan para aumentar su vida útil, y entre los productos obtenidos se incluyen la leche pasteurizada, la leche ultrapasteurizada y la leche en polvo.

Los quesos, obtenidos por el cuajado de la leche mediante la acción de cuajo, proteasas o ácido y procesos posteriores, se clasifican de diversas maneras dependiendo de su contenido de grasa, dureza y proceso. Existen quesos para todos los gustos y usos culinarios y comerciales.

En los países donde hay excedentes importantes de leche se separan las proteínas de la leche (caseínas y proteínas del suero) y se comercializan para la obtención de diversos productos comerciales. En la actualidad el suero de leche (dulce o salado), un subproducto que la industria lechera obtiene de la transformación de la leche en quesos y que antes se consideraba un *desperdicio*, se seca por aspersión y se emplea en la obtención de múltiples productos lácteos, entre ellos el requesón y otros.

De la leche entera se obtienen productos fermentados como el yoghurt y el kefir entre otros. Con el paso de los años han ido apareciendo variedades de productos lácteos más atractivas para el consumidor: se inició desarrollando yoghurts de sabores únicos, y en la actualidad los yoghurts de sabores combinados son los preferidos; en los quesos, aparecen presentaciones en rebanadas, ofreciendo al consumidor un producto más práctico para el estilo de vida de hoy. Circunstancias como un hogar en el que ambos padres trabajan o el caso de jóvenes que viven solos, aunado a una mayor expectativa de vida y a la adopción de estilos de vida diferentes han conducido a la generación de nichos de mercado específicos en los que predomina un comprador que debe trabajar, tiene poco tiempo para guisar o poco conocimiento para hacerlo y que agradece que las etiquetas de los productos contengan recetas y recomendaciones de consumo.

Como respuesta a que la sociedad, en general, tiene una mayor expectativa de vida, el gobierno japonés ha fomentado que la industria alimentaria desarrolle alimentos para mejorar el estado de salud de la población que se clasifican como “alimentos funcionales”. Estos productos ya se elaboran en todo el mundo, aunque los países líderes en su producción son Japón, en primer lugar, Estados Unidos y la Unión Europea. Los alimentos funcionales normalmente se obtienen al adicionar nutrimentos específicos como minerales, prebióticos (fibra soluble), probióticos, ácidos grasos ω -3 (DHA), etc... y proporcionan, a quien los consume, un beneficio para su salud. Los alimentos funcionales tienen una connotación relacionada con la salud; sin embargo, en México no está permitido publicitar que los productos “curen” o prevengan enfermedades hasta que se presente evidencia que lo corrobore derivada de estudios realizados en población mexicana (1-4). Con respecto a los alimentos funcionales, las tendencias en el mercado van dirigidas hacia el desarrollo de productos (5-7):

- Adicionados de nutrimentos específicos que no estaban contenidos en los productos originales o estaban contenidos en menor cantidad. Las bebidas lácteas adicionadas son los productos preferidos por los consumidores en este sentido.
- Para nichos de mercado específicos: reducción de colesterol y, por tanto, prevención de problemas del corazón, e incluso para mercados no tradicionales, como el de problemas dentales y otras enfermedades.
- Para controlar el peso, aumentar la saciedad y suprimir el apetito.
- Para deportistas recreativos y de alto rendimiento.
- Para niños a fin de controlar la obesidad e hiperactividad.
- Dirigidos a diferentes edades, o a hombres o mujeres específicamente (y en diferentes intervalos de edad).
- Adicionados con ácidos grasos ω -3, prebióticos y probióticos
- De variedades nuevas o únicas.

- Que puedan ser utilizados como ingredientes en nuevas recetas.
- Con nuevos sabores.
- Listos para su consumo.
- Que tengan nuevas presentaciones.
- Con menor densidad energética.
- Con mayor contenido de fibra.
- Con mayor sabor a “producto fresco”.
- Con nuevas texturas
- Ofrecidos en restaurantes “como hechos en casa” o “más sanos”.

Nielsen (2004) (8) informó que en Latinoamérica (Argentina, Brasil, México, Chile, Colombia, Puerto Rico, El Salvador, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) los consumidores estaban preocupados por la salud y buscaban productos que cumplieran con sus expectativas.

Es interesante resaltar que los productos lácteos que presentaron el mayor crecimiento en ventas en dólares de acuerdo a Nielsen (2002) (9) fueron los quesos, la leche y la crema refrigeradas. La venta de quesos creció un 4% para el período de 1999–2000 y la de éstos, leche y crema un 7% para el período de 2000– 2001. En el caso de las bebidas lácteas, se ha observado que el yoghurt bebible es el que ha tenido mayor crecimiento (2). Es también destacable que Latinoamérica y Sudáfrica sean las áreas geográficas en las que se compran más alimentos saludables y orgánicos, ya que los consumidores están convencidos de los beneficios específicos que proporcionan estos alimentos. En Latinoamérica los productos más adquiridos son la sal yodada para cocinar y la leche adicionada con suplementos vitamínicos (Nielsen 2004)(8), y los consumidores de esta región –junto con los de Asia Pacífico- figuran en primer lugar en el consumo de bebidas fermentadas (yoghurt bebible) que contienen bacterias benéficas para la salud.

La tendencia de la industria de alimentos en los últimos años es elaborar productos lácteos que tomen en cuenta que:

- El 55% de los consumidores está consciente de la relación entre una dieta sana y la salud.
- Los consumidores desean mantenerse sanos -aunque sin preocuparse por hacer ejercicio o cuidar su alimentación
- Los consumidores desean adquirir “productos mágicos” para reducir de peso y mantenerse sanos.
- 52% de los consumidores saben que los alimentos deben promover la salud -pero no están dispuestos a sacrificar el sabor de los mismos.
- El consumidor desea vivir más y sano.
- El consumidor desea no preocuparse por guisar.

Como respuesta a todo ello, la industria alimentaria ha elaborado múltiples productos que podrían resumirse en:

- Leches: adicionadas de vitaminas y minerales, reducidas en aporte energético, deslactosadas.
- Leches en polvo: adicionadas de vitaminas y minerales y prebióticos para diferentes nichos de mercado.
- Yoghurts: reducidos en aporte energético, deslactosados, adicionados de probióticos y/o fibra soluble (prebióticos), acompañados de cereales.
- Quesos tipo Petit Suisse: adicionados de vitaminas y minerales, reducidos en aporte energético (grasa y azúcar).
- Crema: reducida en aporte energético (*light*).
- Mantequilla: reducida en aporte energético (*light*), untables y de botella oprimible (“squeeze”), de sabores.

Los productos que la industria lechera ha desarrollado y se encuentran en la actualidad cubriendo las exigencias del consumidor mexicano de alimentos con valor agregado se encuentran resumidos en las tablas 1 a 4. La tabla 1 presenta las leches en el mercado nacional, sin tomar en cuenta las leches maternizadas.

Tabla 1. Tipos de leche en el mercado mexicano.

| Producto | Posible declaración nutrimental |
|---|--|
| Reducida en grasa | Menor aporte energético |
| Parcialmente reducida en grasa, adicionada con vitamina A y D | Menor aporte energético y de grasa (prevención y tratamiento de alteraciones cardiovasculares) pero mayor contenido vitamínico |
| Deslactosada | Para intolerantes a la lactosa |
| Deslactosada y reducida en grasa | Para intolerantes a la lactosa, reducida en aporte energético y de grasa (prevención y tratamiento de problemas cardiovasculares) |
| Baja en grasa, adicionada con calcio, ácido fólico, vitaminas A y D y fibra soluble (para población mayor de 40 años) | Menor aporte energético, para la prevención de osteoporosis, adicionada de vitaminas para evitar deficiencias vitamínicas |
| Baja en grasa, con isoflavonas de soya, extra calcio y vitaminas A y D (para mujeres) | Menor aporte energético y de grasa (prevención y tratamiento de alteraciones cardiovasculares), para la prevención de osteoporosis e isoflavonas naturales (análogos de estrógenos) para mujeres adultas |
| Baja en grasa con calcio adicionado (50% de la ingestión diaria recomendada en adultos) | Menor aporte energético y de grasas (prevención y tratamiento de alteraciones cardiovasculares), para la prevención de osteoporosis |
| Baja en grasa, multivitamínico, con ácidos grasos ω -3, complejo B, zinc y magnesio (para hombres) | Menor aporte energético y de grasas (prevención y tratamiento de alteraciones cardiovasculares), con vitaminas y minerales para evitar deficiencias, para la salud del corazón y prevención de alta presión arterial |
| Adicionada con ácido fólico, hierro, zinc y vitaminas A y D | Para la prevención de defectos del tubo neural y anemia y para evitar deficiencias |
| Adicionada con ácido fólico y vitaminas A y D y sin colesterol | Para la prevención de defectos del tubo neural, para evitar deficiencias, para la salud del corazón |
| Con antioxidantes, vitamina B ₁₂ calcio y ácidos grasos ω -3 | Para una piel sana, prevención del envejecimiento, prevención de deficiencia de vitamina B ₁₂ prevención de osteoporosis y para la salud del corazón |
| Saborizada con cereales y miel | Para consumirse en el desayuno y en forma práctica (fácil de llevar) |
| Producto lácteo con fibra y extra calcio | Para mejorar la función intestinal y prevenir la osteoporosis |
| Leche 1+ adicionada con vitaminas y minerales | Alimento integral para niños de 1 o más años |
| Leche 3+ adicionada con vitaminas, minerales y prebióticos | Alimento integral para niños de 3 o más años para mejorar la digestión |
| Leche 5+ adicionada con vitaminas y minerales | Alimento integral para niños de 5 o más años |

Como puede observarse, la gama de leches en el mercado es enorme. La presentación de leche fluida de 250 ml se ha incrementado como respuesta a la reducción en el consumo de leche por parte de la población mexicana como lo informa Nielsen (2009) (Nielsen 2009) en su estudio “Tendencias y hábitos de consumo en México”, en el que indica que el consumo de leche saborizada disminuyó un 28%, el de leche pasteurizada un 1% y el de leche blanca un 2%. El consumo de leche ultrapasteurizada fue el único que aumentó con respecto a 2008.

La tabla 2 muestra la diversidad de yoghurts en el actual mercado mexicano.

Tabla 2. Tipos de yoghurt en el mercado mexicano.

| Producto | Posible declaración nutrimental |
|---|--|
| Deslactosado | Libre de lactosa, para intolerantes a la lactosa |
| Adicionado con antioxidantes y vitaminas A, C, E, así como pre- y probióticos | Prevención del envejecimiento, prevención de deficiencias vitamínicas y para mejorar la función intestinal |
| Con cereales | Desayuno integral |
| Con fibra soluble | Para mejorar la función intestinal |
| Bajo en grasa y azúcares | Menor aporte energético |
| Libre de colesterol | Para la salud del corazón |
| Yoghurt líquido con cereales y frutas | Para “purificar”, “belleza”, para mejorar las defensas y para mejorar la función intestinal |
| Bajo en grasa con fibra | Menor aporte energético y para mejorar la función intestinal |
| Adicionado con coenzima Q ₁₀ , vitamina A y selenio (para el día) | Prevención del envejecimiento y para la belleza de la piel |
| Adicionado con coenzima Q ₁₀ y vitamina E (para la noche) | Prevención del envejecimiento y para la belleza de la piel |
| Probióticos | Para la prevención de la gastritis y para mejorar la función intestinal |
| Probióticos con ácido fólico | Para la prevención de la gastritis, para mejorar la función intestinal y para la prevención de defectos de tubo neural |

La gama de yoghurts y otros productos fermentados es también muy amplia y se puede encontrar un producto que se ajuste a las necesidades de consumidores específicos, desde el yoghurt tradicional, al “desayuno completo”, pasando por los yoghurts bebibles que facilitan su transporte y consumo durante el transporte del consumidor. De acuerdo a Nielsen (2009)(9), el consumo de yoghurt cayó 8% del 2008 al 2009.

Los productos adicionados con ácido fólico para la población en general pretenden cubrir, como ya se mencionó, las necesidades nutrimentales de los consumidores y, en el caso específico de las mujeres embarazadas, prevenir defectos del tubo neural en los bebés siempre que se consuma una dieta equilibrada, variada y suficiente.

En la tabla 3 se resume información sobre los quesos con propiedades funcionales que se encuentran en el mercado mexicano.

Tabla 3. Quesos con propiedades funcionales en el mercado mexicano.

| Producto | Posible declaración nutrimental |
|---|--|
| Queso tipo Petit Suisse adicionado de calcio, ácido fólico y vitamina B ₁₂ | Salud en los huesos, prevención de osteoporosis a largo plazo y deficiencias vitamínicas |
| Queso tipo Petit Suisse reducido en grasa y azúcares | Menor aporte energético |
| Queso tipo Petit Suisse con cereales | Como parte de un desayuno y para mejorar la digestión |
| Queso doble crema reducido en grasa | Menor aporte energético |
| Queso doble crema reducido en sal | Menor aporte de sodio para la salud del corazón |
| Quesos tipo Oaxaca reducidos en grasa | Menor aporte energético |
| Quesos tipo manchego reducidos en grasa | Menor aporte energético |

Existe también una amplia gama de productos dentro de este grupo de derivados lácteos, tanto para consumo general como para población infantil. Para este grupo de productos Nielsen (2009) (9) informa una reducción en la compra de quesos tipo Petit Suisse.

La tabla 4 muestra los productos que conservan la parte grasa de la leche.

Tabla 4. Productos lácteos que conservan la parte grasa de la leche en el mercado mexicano.

| Producto | Posible declaración nutrimental |
|---|---|
| Crema reducida en grasa | Menor aporte energético |
| Mantequillas reducidas en grasa adicionadas con ácidos grasos ω -3 | Menor aporte energético y para la salud del corazón |
| Mantequillas sin sal | Para la salud del corazón |

El desarrollo de productos en la industria alimentaria está guiado por las tendencias generales que dirigen el mercado nacional que, en resumen, son las siguientes:

- Mejoramiento de la salud de los huesos: prevención de osteoporosis.
- Disminución de deficiencia de ácido fólico y apoyo a mujeres embarazadas para la prevención de defectos del tubo neural en los bebés.
- Mejoramiento de la función intestinal.
- Prevención del envejecimiento y mantenimiento de una piel saludable.
- Prevención de deficiencias vitamínicas, principalmente las presentes en la población mexicana.
- Adición de isoflavonas como análogos de estrógenos para mujeres menopáusicas.
- Aporte de minerales específicos para hombres.
- Mantener la salud del corazón

Conclusiones

El desarrollo de nuevos productos alimenticios obedece a una vida con cada vez más ocupaciones menos tiempo para preparar los alimentos y en la que la preocupación por estar bien y sentirse bien es cada vez más patente. Con Japón a la cabeza se ha fomentado el desarrollo de “alimentos funcionales”, alimentos a los que se les se adicionan nutrimentos específicos (minerales, fibra soluble, ácidos grasos ω -3) o probióticos con el fin de proporcionar, a quien los consume, un beneficio para su salud. Existe una impresionante gama de lácteos que se han desarrollado en los últimos años dirigidos a diferentes nichos de mercado y que pretenden cubrir necesidades relacionadas con la salud, los gustos y el estilo de vida. El yoghurt bebible es el producto que mayor crecimiento ha tenido en Latinoamérica.

Bibliografía

1. Howet J. Functional foods. From science to health claims. Monograph by ILSI Europe. Belgium, 2008.
2. Rowlands JC, Hoadley JE. FDA perspectives on health claims for food labels. *Toxicology* 2006; 221: 35-43.
3. Ohama H, Ikeda H, Moriyama H. Health foods and foods with health claims in Japan. *Toxicology*. 2006; 221: 95-111.
4. NOM-086- SSA1-1994. Bienes y Servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificación en su composición. Especificaciones nutrimentales.
5. Sloan E. Top ten functional food trends. Fewer calories, multiple benefits, and risk reducing foods for kids will drive growth in the 36 – billion US functional foods market. *Food Technology* 2006; 60: 22-39.
6. Sloan E. Top Ten Functional Food Trends, From super-satiating smoothies to mood-enhancing bars, functional foods are targeting a broadening assortment of consumer health and wellness needs. *Food Technology* 2010; 64: 23-41.
7. Gerstner G. El desafío de la fortificación: bebidas enriquecidas con calcio. *Énfasis: alimentación* (Buenos Aires). 2002; 4: 62-68.
8. <http://mx.acnielsen.com/press/dc20050208.shtml>. Nielsen 2004. Mercados en crecimiento alrededor del mundo- alimentos y bebidas.
9. <http://mx.acnielsen.com/reports/documents/MercadosenCrecimientoAlrededordelMundo.pdf>, Nielsen, 2002, Mercados en crecimiento alrededor del mundo. Alimentos y bebidas. Reporte ejecutivo de noticias. Servicios globales. Mayo

9. ETIQUETADO DE LA LECHE Y DE LOS PRODUCTOS LÁCTEOS.

Lic. José García González

Lic. Jesús Revuelta Tortolero

El etiquetado de alimentos es el principal medio de comunicación entre los productores de alimentos y los consumidores finales. El etiquetado puede ser cualquier documento, bien sea escrito, impreso o gráfico que contiene la etiqueta del alimento, siendo la etiqueta la información sobre el artículo que acompaña a éste o se expone cerca durante su venta. Se considera etiqueta alimenticia incluso la información empleada en la venta o comercialización de un alimento. Las normas de etiquetado de alimentación están sometidas al derecho alimentario propio de cada país, aunque existen organismos internacionales como la FAO (organización específica de la ONU) que armonizan un conjunto de “buenas prácticas” que sirve de referencia común a los países. Las normas no pueden aplicarse por igual a todos los productos debido a que algunos de ellos tienen normativas específicas (1).

A partir del 1º de enero del 2011 entró en vigor la nueva NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados- Información comercial y sanitaria (2). Ésta, al igual que la NOM-051-SCFI-1994 Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados de etiquetado vigente, regula a todos los alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados de fabricación nacional y extranjera para el consumo en el país.

Esta norma se relaciona con otras que indican el uso conceptos como las unidades de medida, las declaraciones de cantidad en las etiquetas así como el etiquetado que deben cumplir los alimentos modificados en su composición.

En la tabla 1 se enuncian normas que son las referencias para cada uno de los conceptos antes mencionados, así como los principales puntos que cada una debe contener.

Tabla 1. Normas relacionadas al etiquetado de leche y productos lácteos.

| Norma | Principales puntos |
|--|---|
| <p>NOM-002-SCFI-1993. Productos pre envasados Contenido neto Tolerancias y métodos de verificación.</p> | <p>A.- Tolerancias B.- Muestreo C.- Procedimiento D.- Criterios de aceptación. E.- Sanciones.</p> |
| <p>NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida.</p> | <p>A.- Tabla de unidades. B.- Unidades que no pertenecen al sistema internacional. C.- Prefijos. D.- Reglas generales para la escritura de los símbolos de las unidades del sistema internacional. E.- Reglas para la escritura de los números y su signo decimal.</p> |
| <p>NOM-030-SCFI-2006. Información comercial Declaración de cantidad en la etiqueta. Especificaciones.</p> | <p>A.- Especificaciones. 1.- Ubicación y declaración de la información de cantidad. 2.- En los productos que se comercialicen en envases múltiples o colectivos. 3.- Cálculo de la superficie principal de exhibición. 4.- Unidades a utilizar. B.- Vigilancia.</p> |
| <p>NOM-043-SSA2-2005. Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria.</p> | <p>A.- Disposiciones generales. B.- Disposiciones específicas. C.- Apéndices normativos.</p> |
| <p>NOM-086-SSA1-1994, Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.</p> | <p>A.- Clasificación B.- Disposiciones C.- Especificaciones nutrimentales D.- Especificaciones sanitarias E.- Muestreo F.- Métodos de prueba G.-Etiquetado H.-Envase I.- Apéndices normativos Apéndice a Apéndice b Apéndice c</p> |

Requisitos generales del etiquetado

La etiqueta:

- Debe contener información veraz que no induzca a error al consumidor.
- Debe contener palabras e ilustraciones que se refieran exclusivamente al producto.
- No debe sugerir que el producto se relaciona con otro producto.

La etiqueta de todo producto alimenticio debe contener la siguiente información (a excepción de la de las especias, hierbas aromáticas y productos pequeños, que podrán quedar exentos de la lista de ingredientes e instrucciones de uso):

- a) Nombre o denominación: debe corresponder con lo establecido en los ordenamientos legales específicos; en ausencia de este, puede indicarse el nombre de uso común.
- b) Lista de ingredientes: "ingrediente" es cualquier sustancia que se emplee en la fabricación o preparación de un alimento o bebida no alcohólica. Se deben enlistar todos los ingredientes, a menos que se trate solamente de un ingrediente. Se coloca dicha lista por orden cuantitativo decreciente, es decir, partiendo del que tenga mayor cantidad al menor. Los ingredientes compuestos deben declararse cuando constituyan más del 5% del alimento. Se deben incluir las denominaciones *genéricas* de los ingredientes. Es importante declarar todos los ingredientes que se asocien a reacciones alérgicas, que puedan causar hipersensibilidad o intolerancia.
- c) Contenido neto y masa drenada:
 - Contenido neto: es la cantidad de producto preenvasado que permanece después de que se han hecho todas las deducciones de tara (empaquete).
 - Masa drenada: es la cantidad que representa el contenido de un envase, después de que el líquido ha sido removido.

Cabe aclarar que ambos se declaran en unidades del Sistema General de Unidades de Medida establecido en la NOM-030- SCFI-2006.

- d) Nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal: en la etiqueta debe indicarse la información del responsable de la elaboración y/o envase del producto.
- e) País de origen: se debe incluir el país de origen: por ejemplo, puede venir con la siguiente leyenda: "Hecho en ..."; "Producto de ..."; "Fabricado en ...". Se permite el uso de gentilicios y otros términos análogos, como por ejemplo: "Producto español", "Producto estadounidense", entre otros.
- f) Identificación del lote: "lote" es la cantidad de un producto elaborado en un mismo ciclo. Cada envase se identifica con el lote al que pertenece; dicha identificación se marca en forma indeleble y permanente. La clave del lote debe precederse por las siguientes palabras o abreviaciones: "LOTE", "Lot", "L", "Lote", "lote", "lot", "l", "lt", "LT", "LOT".

- g) Fecha de caducidad o de consumo preferente: es la fecha límite para el consumo de un producto pre envasado. Se indica con las siguientes leyendas: “Fecha de caducidad___”, “Caducidad___”, “Fecha Cad___”, CAD, Cad, cad, Fecha de expiración, Expira, Exp, EXP, exp, Fecha de vencimiento, Vencimiento. “Consumir preferentemente antes del___”, “Cons. Pref antes del___”, y “Cons Pref”

Se declaran por lo menos el día y el mes para productos con duración máxima de tres meses o el mes y el año para productos con duración superior a tres meses

Es importante indicar las condiciones para la conservación del alimento, por ejemplo, “manténgase en refrigeración”. Quedan exentos de especificación de fecha de caducidad: vinagre, sal de calidad alimentaria, azúcar sólido, productos de confitería y goma de mascar.

- h) Información nutrimental: es la descripción para informar al consumidor sobre las propiedades nutrimentales del producto. Es obligatorio declarar lo siguiente, con excepción de los productos regulados por otras normativas:

- Aporte energético (en Kcal y Kj).
- Proteínas (en g).
- Hidratos de carbono o carbohidratos (azúcares) (en g).
- Grasas o lípidos (grasa saturada)(en g).
- Fibra dietética (en g).
- Sodio (en mg).
- Nutrimiento(s) del(os) que se haga una declaración de propiedades

así como la cantidad de cualquier otro nutrimento que se considere importante, regulado por los ordenamientos jurídicos.

Cuando se declaren hidratos de carbono o carbohidratos, también se podrá indicar las cantidades de almidón y/u otros constituyentes como polialcoholes o polidextrosas.

Para ácidos grasos o colesterol, se deben declarar también: ácidos grasos *trans*, monoinsaturados y poliinsaturados; y colesterol.

Es imprescindible especificar el tamaño de la porción y el número de porciones por envase o presentación.

Los siguientes productos no requieren información nutrimental siempre y cuando no se incluya alguna declaración de propiedades sobre la salud:

- Productos con un solo ingrediente.
- Hierbas, especias o mezclas de ellas.
- Extracto de café, granos de café enteros o molidos, ya sean descafeinados o no.
- Infusiones de hierbas, té descafeinado o no, instantáneo y/o soluble que no contengan ingredientes añadidos.
- Vinagres fermentados y sucedáneos.
- Aguas purificadas embotelladas o aguas minerales naturales.

- i) Presentación de la información nutrimental: debe presentarse en los términos señalados en la tabla 2.

Tabla 2. Expresión del contenido nutrimental en el etiquetado.

| | |
|---|---|
| Contenido energético | Se expresa en Kj (o en Kcal) por 100 g, o por 100 mL o por porción. |
| Las proteínas, hidratos de carbono (carbohidratos), lípidos (grasas), y sodio | Se expresan por 100 g o por 100 mL o por porción. |
| Fibra, vitaminas y minerales | Se expresan en unidades de medida o en porcentaje de los valores nutrimentales de referencia, o en ambos por 100 g, o por 100 mL, o por porción |

Toda declaración respecto de las propiedades nutrimentales debe sujetarse a lo dispuesto en la NOM-086-SSA1.

- j) Presentación de requisitos obligatorios: las etiquetas deben permanecer hasta el momento del consumo. En envases múltiples o colectivos, no es necesario que la información obligatoria aparezca en la superficie del producto individual. Los datos se deben indicar con caracteres claros, que sean fáciles de leer por el consumidor. Deben aparecer en la superficie principal de exhibición, al menos la marca, la declaración de cantidad y la denominación del alimento.
- k) Idioma: la información obligatoria a que se refiere la norma debe estar en español, independientemente de que se exprese en otros idiomas.

Dependiendo del producto de que se trate se podrán requerir las instrucciones necesarias para la correcta utilización o consumo de dicho producto.

Se puede presentar cualquier información o representación grafica adicional, siempre que no esté en contradicción con los requisitos obligatorios de la norma.

Cuando se empleen designaciones de calidad, éstas deben ser fáciles de entender.

Advertencias sobre el etiquetado de alimentos

Ningún alimento deberá describirse o presentarse en forma falsa, equívoca o engañosa. Se prohíbe el uso de las siguientes declaraciones:

De propiedades

- Suponer que una alimentación equilibrada a base de alimentos ordinarios no puede suministrar suficientes nutrimentos.
- Que no puedan comprobarse.
- Acerca de la utilidad de un alimento o producto alimenticio para prevenir o curar un trastorno o enfermedad.
- Que susciten dudas sobre la inocuidad de los alimentos
- Que afirmen que un determinado alimento o producto alimenticio constituya una fuente adecuada de todos los nutrimentos.

De propiedades potencialmente engañosas.

- Que carezcan de sentido, incluidos los comparativos y superlativos incompletos
- Respecto a prácticas correctas de higiene o comercio, tales como: “genuinidad”, “sanidad”, “sano”, “salubridad”, “saludable”.

De propiedades condicionales que se obtienen del producto alimenticio:

- El producto tiene un valor nutritivo “especial”.
- El producto tiene “cualidades nutricionales gracias a la reducción u omisión de un nutrimento”.
- El producto es “natural”, “puro”, “fresco”, “cultivado orgánicamente”.
- El producto es “mejor” (teniendo las mismas características que otro producto similar).
- El producto se adiciona con uno o más nutrimentos o sustancias engañosas que:
 - No están sujetos a requisitos específicos de alguna norma.
 - No son sustancias que los consumidores esperan encontrar.
 - Sustituyen otras sustancias que el alimento confiere.
 - No son ingredientes permitidos.

Declaraciones nutrimentales y de salud

Las declaraciones nutrimentales y de salud podrán referirse al aporte energético, proteínas, hidratos de carbono, grasas, etc., para los que se han establecido valores de referencia. Están permitidas:

- La descripción de un nutrimento específico. Ej: “Fuente de calcio”.
- La comparación de la cantidad de nutrimentos y/o aporte energético. Ej: “Reducido en...” .
- Las declaraciones que relacionen el consumo de un alimento y el mantenimiento de la salud.

Las leyendas precautorias deben hacer referencia al ingrediente u origen del ingrediente, y se pueden incluir leyendas que promuevan una dieta recomendable y/o de orientación alimentaria.

La verificación y vigilancia de todo lo anteriormente señalado se lleva a cabo por la PROFECO y la COFEPRIS en el ámbito de sus respectivas competencias.

Normas sobre etiquetado de productos lácteos

Se encuentran en la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 (2).

Bibliografía

1. http://es.wikipedia.org/wiki/Etiquetado_de_alimentos
2. NOM-051-SCFI/SSA1-2010. Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados. SSA-información comercial y sanitaria.

10. LA IMPORTANCIA DE LA LECHE Y LOS PRODUCTOS LÁCTEOS EN LA DIETA

Dra. Pilar Milke García

La leche es el único alimento que la Naturaleza ha diseñado como tal -de hecho, la leche de cada especie está diseñada biológicamente para satisfacer las necesidades de esa misma especie (1); el resto de los alimentos que ingerimos lo empezaron a ser a partir de que los primeros hombres decidieron -tal vez por “ensayo-error”-incluirlos en su dieta.

Cada persona es una unidad biológica, resultado de una ontogenia y medio ambiente irrepetibles, cuyo desarrollo e interrelaciones la distingue claramente de otras personas (2). Ya sea como niño, adolescente, adulto joven o anciano, el estado de salud física y mental está condicionado por los antecedentes biológicos. El éxito con el que una persona viva la etapa de vida que le corresponde le permitirá alcanzar un adecuado crecimiento y desarrollar sus potencialidades no sólo en lo físico sino en lo psíquico y será clave como punto de partida de la siguiente etapa de desarrollo. En este sentido, la alimentación juega un papel fundamental.

Para evaluar el contenido nutrimental de cualquier alimento, es necesario en primer lugar hablar de los requerimientos de cada nutrimento, y para ello en la tabla 1 se describe la ingestión diaria recomendada (IDR) e ingestión diaria sugerida (IDS) de vitaminas para la población mexicana, mientras que en la tabla 2 se plasman las correspondientes a nutrimentos inorgánicos (3). Posteriormente, se compara el aporte nutrimental de una cantidad habitualmente consumida del alimento o alimentos (“porción”) y, de esta forma, puede emitirse una valoración de éstos.

Tabla 1. Ingestión diaria recomendada (IDR) e ingestión diaria sugerida (IDS) de vitaminas para la población mexicana.

| | Vitamina A (µg ER) | Vitamina D (µg) | Vitamina E (mg) | Vitamina K (µg) | Tiamina (mg) | Riboflavina (mg) | Pyridoxina (mg) | Niacina (mg) | Vitamina B12 (µg) | Acido fólico (µg EF) | Vitamina C (mg) | Acido pantoténico (mg) |
|----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------------|----------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------|
| <i>Niños</i> | | | | | | | | | | | | |
| 0 a 6 meses | s.i. | 5 | 4 | 2.0 | 0.2 | 0.3 | 0.1 | 2 | 0.3 | 76 | 40 | 1.7 |
| 7 a 12 meses | s.i. | 5 | 5 | 2.5 | 0.3 | 0.4 | 0.3 | 4 | 0.5 | 96 | 50 | 1.8 |
| 1 a 3 años | 300 | 5 | 6 | 30 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 6 | 0.8 | 168 | 15 | 2.0 |
| 4 a 8 años | 400 | 5 | 7 | 55 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 8 | 1.2 | 230 | 25 | 3.0 |
| <i>Hombres</i> | | | | | | | | | | | | |
| 9 a 13 años | 580 | 5 | 11 | 60 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 12 | 1.7 | 360 | 45 | 4.0 |
| 14 a 18 años | 730 | 5 | 13 | 65 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 16 | 2.2 | 390 | 65 | 5.0 |
| 19 a 30 años | 730 | 5 | 13 | 100 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 13 | 2.4 | 460 | 84 | 5.0 |
| 31 a 50 años | 730 | 5 | 13 | 100 | 1.0 | 1.1 | 1.1 | 13 | 2.4 | 460 | 84 | 5.0 |
| 51 a 70 años | 730 | 10 | 13 | 100 | 1.0 | 1.1 | 1.3 | 13 | 3.6 | 460 | 84 | 5.0 |
| >70 años | s.i. | 15 | 13 | 100 | 1.0 | 1.1 | 1.3 | 13 | 3.6 | 460 | 80 | 5.0 |
| <i>Mujeres</i> | | | | | | | | | | | | |
| 9 a 13 años | 590 | 5 | 11 | 60 | 0.7 | 0.8 | 0.8 | 12 | 1.7 | 360 | 45 | 4.0 |
| 14 a 18 años | 570 | 5 | 13 | 65 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 14 | 2.2 | 390 | 57 | 5.0 |
| 19 a 30 años | 570 | 5 | 13 | 75 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 12 | 2.4 | 460 | 75 | 5.0 |
| 31 a 50 años | 570 | 5 | 13 | 75 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 12 | 2.4 | 460 | 75 | 5.0 |
| 51 a 70 años | 570 | 10 | 13 | 75 | 0.9 | 0.9 | 1.3 | 12 | 3.6 | 460 | 75 | 5.0 |
| >70 años | s.i. | 15 | 13 | 75 | 0.9 | 0.9 | 1.3 | 12 | 3.6 | 460 | 70 | 5.0 |
| Embarazadas | 640 | 5 | 13 | 75 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 15 | 2.6 | 750 | 138 | 6.0 |
| Lactantes | 1100 | 5 | 17 | 75 | 1.2 | 1.3 | 1.6 | 15 | 2.8 | 650 | 128 | 7.0 |
| Ponderada | 568 | 5.6 | 11 | 78 | 0.8 | 0.84 | 0.93 | 11 | 2.1 | 380 | 60 | 4.0 |

s.i. Sin información suficiente.

Ponderada para la distribución mexicana de acuerdo con el Censo General de Población y Vivienda, 2000

| |
|-----|
| IDR |
| IDS |

Tabla 2. Ingestión diaria recomendada (IDR) e ingestión diaria sugerida (IDS) de nutrimentos inorgánicos para la población mexicana.

| | Calcio (mg) | Cobre (µg) | Cromo (µg) | Fósforo (mg) | Flúor (mg) | Hierro (mg) | Magnesio (mg) | Selenio (µg) | Yodo (µg) | Zinc (mg) |
|----------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| <i>Niños</i> | | | | | | | | | | |
| 0 a 6 meses | 210 | 220 | 0.2 | 100 | 0.01 | s.i. | 36 | 14 | 110 | s.i. |
| 7 a 12 meses | 270 | 220 | 5.5 | 275 | 0.45 | 16 | 90 | 21 | 130 | 3.8 |
| 1 a 3 años | 500 | 340 | 11 | 460 | 0.60 | 13 | 80 | 20 | 65 | 4.0 |
| 4 a 8 años | 800 | 440 | 15 | 500 | 1.10 | 15 | 130 | 30 | 65 | 6.6 |
| <i>Hombres</i> | | | | | | | | | | |
| 9 a 13 años | 1300 | 680 | 25 | 1250 | 1.90 | 20 | 240 | 35 | 73 | 11.6 |
| 14 a 18 años | 1300 | 775 | 32 | 1250 | 2.80 | 22 | 360 | 52 | 82 | 13.9 |
| 19 a 30 años | 1000 | 730 | 30 | 700 | 3.05 | 15 | 320 | 48 | 120 | 15.0 |
| 31 a 50 años | 1000 | 730 | 30 | 700 | 3.05 | 15 | 340 | 48 | 120 | 11.0 |
| 51 a 70 años | 1200 | 730 | 27 | 700 | 3.05 | 15 | 340 | 48 | 120 | 11.0 |
| >70 años | 1200 | 730 | 27 | 700 | 2.90 | 15 | 340 | 48 | 120 | s.i. |
| <i>Mujeres</i> | | | | | | | | | | |
| 9 a 13 años | 1300 | 700 | 21 | 1250 | 2.0 | 16 | 240 | 35 | 72 | 11.6 |
| 14 a 18 años | 1300 | 780 | 25 | 1250 | 2.50 | 22 | 320 | 48 | 85 | 12.2 |
| 19 a 30 años | 1000 | 750 | 22 | 700 | 2.45 | 21 | 250 | 48 | 125 | 11.0 |
| 31 a 50 años | 1000 | 750 | 22 | 700 | 2.45 | 21 | 260 | 48 | 125 | 11.0 |
| 51 a 70 años | 1200 | 750 | 18 | 700 | 2.40 | 12 | 260 | 48 | 125 | 11.0 |
| >70 años | 1200 | 750 | 18 | 700 | 2.35 | 12 | 260 | 48 | 125 | s.i. |
| Embarazadas | 1000 | 750 | 26 | 1250 | 2.45 | 28 | 285 | 55 | 195 | 14.0 |
| Lactantes | 1000 | 1150 | 42 | 700 | 2.45 | 17-25 | 250 | 65 | 265 | 16.0 |
| Ponderada | 900 | 650 | 22 | 664 | 2.20 | 17 | 248 | 41 | 99 | 10.0 |

s.i. Sin información suficiente.

Ponderada para la distribución mexicana de acuerdo con el Censo General de Población y Vivienda, 2000

| |
|-----|
| IDR |
| IDS |

Bourges Rodríguez H, Casanueva E, Rosado, JL. Recomendaciones de Ingestión de Nutrimentos para la Población Mexicana. Editorial Médica Panamericana. México 2008: 188-190.

No existen alimentos indispensables, ya que todos los alimentos aportan diferentes nutrimentos en cantidades variables dentro de un contexto diario de alimentos a lo que se ha denominado “dieta”. Sin embargo, lo cierto es que la leche y los productos lácteos constituyen alimentos con un importante aporte de proteínas (muy digeribles, de alto valor biológico), calcio, fósforo y selenio y de diversas vitaminas (vitamina A, riboflavina, vitamina B₁₂ y tiamina, aunque comúnmente se le adiciona vitamina D por su importante contenido de calcio, y en menor cantidad contiene piridoxina, niacina y biotina).

En la tabla 3 se encuentra información sobre el valor nutrimental de la leche, aunque debe aclararse que la composición de la leche varía significativamente de una especie animal a otra, entre razas de vacas, según la alimentación del ganado y la época del año y muchos otros factores más (ver capítulo 1) (fuera de las diferencias que se encuentran, también, en diversas tablas de composición de alimentos tanto nacionales como internacionales). Tampoco debe olvidarse que el referir el aporte nutrimental de un vaso de leche a las recomendaciones nutrimentales de una población tiene dos inconvenientes: el primero es que con el solo consumo de leche no debe pretenderse cumplir con la recomendación o ingestión diaria recomendada de todos los nutrimentos, ya que la leche es *parte* de una alimentación recomendable; y el segundo es que existen recomendaciones o “ingestiones diarias recomendadas” o “sugeridas” para diversos grupos etáreos, por género y de acuerdo al estado fisiológico (embarazo, lactancia) y que varían grandemente. Este último problema se ha solventado ponderando estas IDR o IDS de acuerdo al Censo de Población de 2009 y, de esta forma, puede hacerse una aproximación de lo que aporta un vaso de leche en el contexto de una persona “estándar” que compone una población dada. En la misma tabla 3 se encuentra el porcentaje de la IDR o IDS con la que un vaso de leche cumple para una persona “estándar” según este Censo de Población. Nótese que, por ser valores muy variables por la edad, género, estado fisiológico y actividad física, no se dan porcentajes de IDR para energía, hidratos de carbono, lípidos, proteínas y aminoácidos. En esta tabla, queda de manifiesto que una taza de leche aporta el 14% de la IDR/IDS de tiamina, la mitad de la de riboflavina y vitamina B₁₂, prácticamente la tercera parte de la IDS de calcio y fósforo, casi la cuarta parte de la de ácido pantoténico y la quinta parte de la de vitamina A y selenio. Con respecto al contenido de vitamina D, la leche no es una fuente natural de ella (una taza apenas cumple con el 4% de la IDR), pero es un muy buen alimento para suplementarla ya que es una fuente excelente de calcio. Estos porcentajes de adecuación naturalmente variarán cuando se hable de un “requerimiento” (necesidad individual), sobre todo en las etapas de crecimiento y desarrollo, así como en el embarazo y lactancia, donde los requerimientos nutrimentales aumentan sensiblemente.

Tabla 3. Valor nutrimental de 100 g (103 ml) y una taza de leche entera y con relación a la ingestión diaria recomendada (IDR) e ingestión diaria sugerida (IDS) de nutrimentos inorgánicos para la población mexicana.

| Nutrimento | En 100 g (103 ml) | En 244 ml | IDR* o IDS ponderada | % de la IDR* o IDS |
|--|-------------------|-----------|----------------------|--------------------|
| Energía (Kcal) | 61 | 149 | - | - |
| Hidratos de carbono (g) | 5.05 | 12.32 | - | - |
| Lactosa (g) | 5.05 | 12.32 | - | - |
| Grasa (g) | 3.25 | 7.93 | - | - |
| Saturada (g) | 1.865 | 4.551 | - | - |
| Monoinsaturada (g) | 0.812 | 1.981 | - | - |
| Poliinsaturada (g) | 0.195 | 0.476 | - | - |
| Colesterol (mg) | 10 | 24 | - | - |
| Proteínas (g) | 3.15 | 7.69 | - | - |
| Triptofano (g) | 0.073 | 0.178 | - | - |
| Treonina (g) | 0.140 | 0.342 | - | - |
| Isoleucina (g) | 0.161 | 0.393 | - | - |
| Leucina (g) | 0.260 | 0.634 | - | - |
| Lisina (g) | 0.137 | 0.334 | - | - |
| Metionina (g) | 0.073 | 0.178 | - | - |
| Cisteína (g) | 0.016 | 0.039 | - | - |
| Fenilalanina (g) | 0.144 | 0.351 | - | - |
| Tirosina (g) | 0.148 | 0.361 | - | - |
| Valina (g) | 0.188 | 0.459 | - | - |
| Arginina (g) | 0.073 | 0.178 | - | - |
| Histidina (g) | 0.073 | 0.178 | - | - |
| Alanina (g) | 0.101 | 0.246 | - | - |
| Acido aspártico (g) | 0.232 | 0.566 | - | - |
| Acido glutámico (g) | 0.634 | 1.547 | - | - |
| Glicina (g) | 0.073 | 0.178 | - | - |
| Prolina (g) | 0.334 | 0.815 | - | - |
| Serina (g) | 0.104 | 0.254 | - | - |
| Tiamina (mg) | 0.046 | 0.112 | 0.80 | 14 |
| Riboflavina (mg) | 0.169 | 0.412 | 0.84 | 49 |
| Niacina (mg) | 0.089 | 0.217 | 11 | 1.97 |
| Acido pantoténico (mg) | 0.373 | 0.910 | 4 | 22.75 |
| Piridoxina (mg) | 0.036 | 0.088 | 0.93 | 9.46 |
| Acido fólico (µg EF) | 5 | 12 | 380 | 0.26 |
| Vitamina B ₁₂ (µg) | 0.45 | 1.1 | 2.1 | 52.38 |
| Vitamina C (mg) | 0 | 0 | 60* | 0* |
| Vitamina A (equivalentes retinol) (µg) | 46 | 112 | 568 | 19.71 |
| Vitamina D (µg) | 0.1 (1.3) | 0.2 (3.2) | 5.6 | 3.57 (57.14) |
| Vitamina E (mg) | 0.07 | 0.17 | 11 | 1.54 |
| Vitamina K (µg) | 0.3 | 0.7 | 78 | 0.89 |
| Calcio (mg) | 113 | 276 | 900 | 30.66 |
| Hierro (mg) | 0.03 | 0.07 | 17 | 0.41 |
| Magnesio (mg) | 10 | 24 | 248 | 9.67 |
| Fósforo (mg) | 84 | 205 | 664* | 30.87* |
| Potasio (mg) | 132 | 322 | - | - |
| Sodio (mg) | 43 | 105 | - | - |
| Zinc (mg) | 0.37 | 0.90 | 10 | 0.09 |
| Cobre (mg) | 0.025 | 0.061 | 0.65 | 9.38 |
| Manganeso (mg) | 0.004 | 0.010 | - | - |
| Selenio (µg) | 3.7 | 9 | 41 | 21.95 |

La calificación o puntaje (“score”) de aminoácidos corregido por digestibilidad de las proteínas (PDCAAS) es un método relativamente reciente para evaluar la calidad de las proteínas y que contempla los requerimientos de aminoácidos del hombre y su capacidad para digerir dichos aminoácidos. Fue adoptado por la Food and Drug Administration de EUA (FDA) y la FAO/OMS en 1993 como el mejor método para evaluar la calidad de la proteína (4). Este puntaje se calcula dividiendo los miligramos del aminoácido limitante contenidos en un gramo de la proteína de prueba entre los miligramos del mismo aminoácido en un gramo de la proteína de referencia y multiplicándolo por el porcentaje de digestibilidad verdadera (fecal). Se considera como “proteína de referencia” al patrón de aminoácidos propuesto por el Instituto de Medicina de la Academia Nacional de Ciencias de EUA (tabla 4). La leche y el huevo tienen la calificación más alta (PDCAAS entre 0.95 y 1)(5, 6), y ello se traduce en que son las proteínas que más eficientemente va a utilizar el organismo para sus diversas funciones, principalmente el crecimiento y desarrollo.

Tabla 4. Patrón de aminoácidos propuesto para niños mayores a un año y adultos. Institute of Medicine. National Academy of Sciences 2002.

| Aminoácido | mg/g proteína |
|-----------------------|---------------|
| Histidina | 18 |
| Isoleucina | 25 |
| Leucina | 55 |
| Lisina | 51 |
| Metionina+cisteína | 25 |
| Fenilalanina+tirosina | 47 |
| Treonina | 27 |
| Triptofano | 7 |
| Valina | 32 |

La fabricación de derivados de leche implica diversos procesos que modifican en mayor o menor grado la composición final del producto con respecto a la leche. En general, los yoghurts conservan básicamente la misma composición de la leche; no obstante, durante su fabricación se emplean lactobacterias como *Streptococcus thermophilus* y bifidobacterias, que pueden sintetizar ácido fólico y, según la cepa, pueden aumentar su contenido en forma considerable; el contenido de vitaminas B₆ y B₁₂ podría, sin embargo, disminuir, ya que estas bacterias las utilizan en su metabolismo (7). En el caso de los quesos claramente se obtiene un producto con mucho menor contenido de humedad y mucha mayor concentración de proteínas y grasas, principalmente; esta composición varía en gran medida según el tipo de queso producido, pero el contenido de calcio es siempre importante en el queso. La crema es el extracto graso de la leche obtenido por reposo o centrifugación de la misma (20 ó 40% de grasa), y más aún la manteca (90% de grasa), que se obtiene a partir de la crema pasteurizada que se madura, fermenta (o acidifica) y se bate o amasa; ambas representan una fuente concentrada de energía en la dieta.

La leche y los productos lácteos como parte de una dieta correcta

La dieta correcta es:

1. Suficiente: cuando cubre las necesidades de todos los nutrimentos de tal manera que el adulto pueda mantener un peso adecuado, los niños crezcan y los adolescentes se desarrollen a una velocidad adecuada.
2. Equilibrada: cuando las proteínas aportan el 15% del valor energético total, los lípidos el 25-30% y los hidratos de carbono 55-60%.
3. Completa: cuando incluye los tres grupos de alimentos (a saber: a) Verduras y frutas; b) Cereales y tubérculos; c) Leguminosas y productos de origen animal).
4. Variada: cuando incluye diferentes alimentos de cada grupo de alimentos. Ej: maíz, trigo, arroz, avena, etc en el caso del grupo de cereales y tubérculos.
5. Inocua: cuando no contiene sustancias perjudiciales ni microorganismos patógenos.
6. Adecuada a las costumbres y gustos de quien la consume.

Si se toma en cuenta que la dieta es el conjunto de alimentos que se consumen a lo largo de un día y que, por tanto, el consumo de un alimento es insuficiente para evaluar si la dieta es correcta, la leche y los productos lácteos pueden formar parte de una dieta correcta ya que:

1. Por su aporte de muchos nutrimentos y en cantidades considerables pueden, junto con otros alimentos, ayudar a cubrir los requerimientos en forma eficiente. De hecho, por esta razón se ha utilizado fundamentalmente leche en los programas de ayuda alimentaria de diversos países.
2. Aportan tanto proteínas como lípidos e hidratos de carbono en diferentes proporciones, cuyo aporte se complementa con el contenido nutrimental de otros alimentos.
3. Pertenecen al grupo de las leguminosas y productos de origen animal.
4. Son muy versátiles. La leche permite la elaboración de muy diversos productos lácteos, y éstos se pueden emplear en la elaboración de múltiples platillos (desde la entrada hasta el postre).
5. Debidamente pasteurizados o procesados, no contienen microorganismos patógenos ni sustancias dañinas.
6. Son alimentos de consumo mundial.

La leche en las diferentes etapas de la vida

Embarazo

El efecto de una buena alimentación en la reproducción es evidente dado que el tejido (sea materno o fetal) se forma a partir de nutrimentos provenientes de la dieta materna, pasada o presente (2). En el embarazo el crecimiento y desarrollo fetales producen un aumento drástico en las necesidades nutrimentales generales. Una mujer que tiene un adecuado estado de nutrición cuando concibe y cuya dieta en el embarazo contiene todos los nutrimentos en cantidad, calidad y proporción suficientes para satisfacer sus requerimientos aumentados tiene probabilidades de tener menos complicaciones durante el embarazo y parto, de producir un bebé más saludable y de estar en mejores condiciones físicas después del parto que una mujer con estado nutricional marginal o insuficiente. Además, una buena alimentación durante el embarazo representa el cimiento de una lactancia exitosa.

El organismo tiene una notable capacidad de ajuste a los cambios del medio interno y aporte de nutrimentos, y especialmente en el embarazo estos mecanismos se activan para proteger al feto. En este sentido, hay un aumento en la absorción de diversos nutrimentos y cambios hormonales que producen una retención de nitrógeno y de líquidos y que facilitan una mayor disponibilidad de glucosa, aminoácidos y otros nutrimentos que requiere el feto. A pesar de esta afortunada adaptación, hay evidencias de que una dieta insuficiente produce retardo en el crecimiento del feto y agotamiento de reservas del organismo materno, sobre todo en embarazos repetidos y en mujeres con alimentación insuficiente. El feto depende totalmente del aporte de nutrimentos del organismo materno. Puede sintetizar sus propios hidratos de carbono, grasa y proteínas pero siempre a partir de un aporte de glucosa, aminoácidos y ácidos grasos.

Las concentraciones de calcio y fósforo son mayores en el feto que en la madre. Cuando disminuye el calcio del plasma materno, la secreción de hormona paratiroide en la madre estimula la extracción de calcio de los huesos de la madre. De ahí la importancia de la suplementación de calcio en el embarazo y que el aporte de vitamina D sea suficiente para asegurar su absorción. La leche en estos casos resulta un alimento ideal, y más porque su relación calcio-fósforo es la adecuada para que el calcio pueda absorberse debidamente.

El hierro se libera de la transferrina de la sangre materna en la placenta y se transfiere rápidamente al feto. Esta transferencia es a contragradiante (el feto tiene una mayor concentración que la madre) pero es biológicamente importante para que el feto vaya formando una reserva de hierro.

Mientras el embarazo avanza, los requerimientos fetales aumentan. Durante el tercer trimestre el feto casi dobla su longitud y quintuplica su peso. La mayoría de los depósitos de calcio y hierro ocurren durante los últimos tres meses y el de grasa en las últimas cinco semanas de gestación, en parte por el aporte dietético y en parte por una mayor eficiencia del feto en la síntesis de grasa. El requerimientos de proteínas aumenta hasta en un 65% y el de riboflavina y vitamina A en un 25%; el de vitamina B₁₂ también aumenta un 33% (2). En madres vegetarianas en quienes tienen muy pocas otras opciones que no sean la leche para obtener esta vitamina, este alimento es un excelente recurso. El consumo de leche entera, por tanto, cobra relevancia en esta etapa del desarrollo, e igualmente el de yoghurt por su importante aporte de ácido fólico (según su proceso).

Lactancia

Las necesidades nutrimentales del bebé se satisfacen mejor con la leche que con cualquier otro alimento, y la lactancia materna tiene muchas ventajas sobre la lactancia con fórmulas (sucedáneos de leche materna), entre ellas el establecimiento de un vínculo afectivo madre-hijo y la provisión de inmunoglobulinas a través del calostro, además de las evidentes por ser la leche materna el alimento especialmente diseñado para nutrir al bebé. La alimentación debe ser a libre demanda. Se calcula que en el primer mes de lactancia, el bebé consume 600 ml diarios de leche, 840 ml en el segundo y 930 ml en el tercero (8). Este aumento de volumen es compatible con el del peso del bebé, y la caída progresiva en su consumo a partir del cuarto mes indica una disminución en la tasa de crecimiento.

La lactancia representa el mayor stress nutricional impuesto por un proceso fisiológico en el cuerpo humano (9). En la lactancia, la galactogénesis requiere un aporte especialmente elevado de calcio, proteínas, lactosa, energía y agua, lo que puede ser perfectamente suplementado con la leche. En mujeres con intolerancia a la lactosa, puede recomendarse leche deslactosada, yoghurt o quesos con bajo contenido de grasa (queso fresco).

Infancia

En la infancia, los requerimientos de todos los nutrimentos se encuentran más elevados que en otras circunstancias por la alta tasa de crecimiento, y particularmente durante el primer año de vida, ya que es la tasa de crecimiento más elevada *extra utero* (el bebé triplica su peso al nacer y aumenta su talla en un 50%). En esta etapa se da una importante osificación del cartílago craneano y crecimiento y fortalecimiento de huesos, mismo que continúa a lo largo de la infancia y niñez y que requiere un aporte especial de calcio y vitamina D concomitante -con ello se previene el raquitismo. El desarrollo neuromuscular requiere también de estos nutrimentos y magnesio y las necesidades de todos los nutrimentos aumentan conforme la tasa de crecimiento. La leche es un alimento práctico y que cumple muchas de las necesidades nutrimentales a lo largo de la infancia. Particularmente en los primeros seis meses, la leche (materna) representa el principal recurso para alimentar al niño; al adquirir madurez renal, poco a poco se puede introducir leche de otras especies y productos lácteos.

Edad preescolar y niñez

Se produce una desaceleración del crecimiento, y aunque todavía no es notable una diferencia en crecimiento longitudinal o ponderal con respecto al género sí la hay en la composición corporal (10). Las niñas tienden a aumentar el espesor del grasa subcutánea y los niños a tener huesos más anchos. El brote y recambio de dientes es un proceso importante en esta etapa que requiere un aporte especial de calcio y vitamina D, y en menor cantidad de vitamina C y proteínas. Existe una mayor incidencia de deficiencia de vitamina A en países subdesarrollados en esta etapa: la incidencia máxima de xeroftalmia ocurre a los 3-4 años de edad, lo que indica una mayor vulnerabilidad del niño pequeño de estos países a esta deficiencia. Es por ello que la leche adicionada de vitamina A y D representa un vehículo excelente para proveer estas vitaminas, a la vez que proporciona otros nutrimentos de gran importancia para el crecimiento y que podrán garantizar un adecuado desarrollo.

Es en esta etapa cuando se adquieren muchos de los hábitos de alimentación que acompañarán al niño a lo largo de su vida y, por tanto, es momento para hacer hincapié en el consumo de una dieta variada, completa, equilibrada, suficiente e higiénica. La leche es un alimento que en esta etapa puede recomendarse en desayuno y cena como bebida en cantidades moderadas, y el yoghurt y el queso son atractivas y excelentes opciones de nutrimentos concentrados que pueden ser ofrecidos al niño como parte de sus alimentos principales o colaciones.

Adolescencia

La transición de niño a adulto se lleva a cabo por una serie de cambios físicos, fisiológicos y sociopsicológicos en secuencia ordenada. Existen variaciones marcadas entre ambos géneros y entre los individuos en cuanto al ritmo en que ocurren los cambios, la intensidad de los mismos y la duración del proceso. A este período se llama “adolescencia”, aunque en realidad este período comprende dos fases: la *pubertad* (con el primer aumento de secreción hormonal y aparición de características sexuales secundarias) y la *adolescencia* propiamente dicha, que termina con el crecimiento físico al llegar la madurez (2).

En la adolescencia, los requerimientos nutrimentales alcanzan un máximo debido a la alta tasa de crecimiento y a los importantes cambios físicos que imprime la aparición de caracteres sexuales. El crecimiento longitudinal llega a su punto máximo en esta etapa y los huesos se consolidan. En los chicos existe la tendencia a un aumento temporal de grasa al principio de la pubertad que después desaparece cuando completan su crecimiento longitudinal. En el caso de las chicas, hay un aumento persistente de tejido adiposo durante la adolescencia que sigue estrechamente a la velocidad máxima de aumento de

talla. Los complejos e importantes cambios físicos y psicológicos en esta etapa de la vida son terreno fértil para la aparición de trastornos de conducta alimentaria (*anorexia nervosa*, bulimia) (11).

Las necesidades nutrimentales sufren un incremento especialmente importante en esta etapa dados todos los cambios físicos relacionados al crecimiento y desarrollo. El hueso crece en volumen y densidad así como en longitud. Es también probable que el o la adolescente haya incorporado a su rutina diaria ejercicio, por lo que las demandas nutrimentales aumentan aún más.

Es muy recomendable la inclusión de leche, yoghurt o queso en la dieta para satisfacer la IDR de calcio. En esta etapa, la absorción y retención de calcio llega a su máximo, por lo que un consumo suficiente de calcio de buena calidad es crucial para asegurar la formación de una reserva mineral ósea adecuada para la etapa adulta. Además, una reserva corporal generosa de calcio provee protección adicional para la adolescente que se embaraza. Los productos lácteos son también buenas fuentes de proteínas de alta calidad y de otros nutrimentos y son de fácil incorporación en la dieta de los adolescentes, que requieren colaciones a lo largo del día.

Etapas adulta

Una vez concluido el crecimiento inicia una etapa estable en donde predomina el recambio o reparación de tejidos. La masa ósea llega a un “pico” o máximo a los 30 años de edad. En el caso de las mujeres, la disminución de estrógenos y progesterona que ocurre en la menopausia produce pérdida en la masa ósea (12) que predispone a fragilidad ósea, y una redistribución de grasa hacia el área abdominal (13), lo que favorece un aumento en la resistencia a la insulina. Hay, consecuentemente, una mayor incidencia del síndrome metabólico (o cualquiera de sus componentes) (14). En la tercera edad se producen cambios importantes en la percepción de hambre y en la composición corporal, por lo que el seguir una dieta recomendable permitirá una mejor alimentación y evitará carencias nutrimentales. Es probable que en esta etapa exista una mayor incidencia de intolerancia a la lactosa (15) y de dislipidemias (16). Es por ello que la inclusión de productos lácteos deslactosados y descremados se consideran opciones óptimas que complementan el tratamiento médico de la osteoporosis. El calcio y la vitamina D, además, protegen del cáncer de colon, cuya prevalencia aumenta en esta edad (17). Es importante también la inclusión de actividad física en la rutina diaria en la que haya un impacto en el hueso (ejercicio aeróbico) para favorecer la fijación de calcio.

Conclusiones

La leche es el único alimento que la Naturaleza ha diseñado como tal. Ésta y los productos lácteos son fuentes de proteínas de alto valor biológico, calcio, fósforo, selenio, vitamina A, riboflavina, vitamina B₁₂ y tiamina, piridoxina, niacina y biotina. Una taza de leche aporta el 14% de la IDR/IDS de tiamina, 50% de riboflavina y vitamina B₁₂, 33% de calcio y fósforo, 25% de ácido pantoténico y 20% de vitamina A y selenio. La leche no es fuente natural de vitamina D pero se le adiciona por ser excelente fuente de calcio.

El huevo y leche tienen la calificación de aminoácidos corregida por digestibilidad de proteínas más alta.

La leche y los productos lácteos pueden formar parte de una dieta recomendable.

En el embarazo el crecimiento y desarrollo fetales aumentan drásticamente las necesidades nutrimentales. Una alimentación adecuada previene complicaciones durante el embarazo y parto, produce un bebé más

saludable y propicia una lactancia exitosa. Una dieta insuficiente retarda el crecimiento fetal y agota las reservas maternas. El feto depende totalmente del aporte de nutrimentos del organismo materno. La hipocalcemia materna activa la hormona paratiroidea materna, que extrae calcio de sus huesos y por tanto se debe suplementar calcio y vitamina D en el embarazo. La leche en estos casos resulta ideal. Mientras el embarazo avanza, los requerimientos fetales aumentan. Los depósitos de calcio y hierro ocurren los últimos tres meses. El requerimientos de proteínas aumenta 65%, el de riboflavina y vitamina A 25% y el de vitamina B₁₂ 33%. El consumo de leche entera y yoghurt cobran relevancia en esta etapa.

La galactogénesis requiere un aporte especial de calcio, proteínas, lactosa, energía y agua, perfectamente suplementable con leche. En mujeres con intolerancia a la lactosa, se recomienda leche deslactosada, yoghurt o quesos frescos.

En la infancia aumentan los requerimientos de todos los nutrimentos. Se osifica el cráneo y hay crecimiento y fortalecimiento de huesos que requieren calcio y vitamina D. La leche es un alimento práctico y que cumple muchas de las necesidades nutrimentales en esta etapa.

En la niñez y preadolescencia se desacelera el crecimiento y se producen diferencias en composición corporal por sexos. En niños se forman huesos más anchos. Hay brote/ recambio de dientes, para lo que se requiere un aporte especial de calcio, vitamina D, vitamina C y proteínas. El yoghurt y queso son excelentes opciones de nutrimentos concentrados.

En la adolescencia, los requerimientos nutrimentales alcanzan un máximo por la alta tasa de crecimiento, aparición de caracteres sexuales y crecimiento y consolidación de huesos. El hueso crece en volumen, densidad y longitud. La leche y los productos lácteos satisfacen el requerimiento de calcio y de proteínas de alta calidad y otros nutrimentos, y se incorporan fácilmente en las colaciones.

En la etapa adulta predomina el recambio/reparación de tejidos. La menopausia produce pérdida de masa ósea. Hay mayor incidencia de síndrome metabólico e intolerancia a la lactosa. Se sugieren productos lácteos deslactosados/descremados que complementan el tratamiento de la osteoporosis. El calcio y la vitamina D, además, protegen del cáncer de colon.

Bibliografía

1. Jelliffe DB, Jelliffe EFP. Adaptive suckling. *Ecol Food Nutr* 1976; 5: 249-253.
2. Beal VA. Nutrición en el ciclo de vida. Limusa 1983; México.
3. Bourges R H, Casanueva E, Rosado JL. Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bases fisiológicas. Tomo 2. Energía, proteínas, lípidos, hidratos de carbono y fibra. Editorial Médica Panamericana. México 2008.
4. Boutrif E. Food Quality and Consumer Protection Group, Food Policy and Nutrition Division. FAO, Roma. Recent developments in protein quality evaluation. *Food, Nutrition and Agriculture Issue 2/3*, 1991.
5. Schaafsma G. The protein digestibility corrected amino acid score. *J Nutr* 2000; 130: 1865S-1867S.

6. Suárez López MM, Kizlansky A, López LB. Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregido por digestibilidad. *Nutr Hosp* 2006; 21: 47-51.
7. <http://www.milk.co.uk/page.aspx?intPageID=83>
8. Widdowson EM. Nutrition and lactation. En: Winick M (ed). *Nutritional disorders of American women*. John Wiley & Sons. New York 1977.
9. Hytten FE, Thomson AM. Nutrition of the lactating woman. En: Kon SK, Cowie AT (eds). *Milk: the mammary gland and its secretion*. Academic Press, New York 1961.
10. Maresh MM. Measurements from Roentgenograms. En: Mc Cammon RW (ed) *Human Growth and development*. Charles Thomas Co. Springfield, Ill 1970.
11. Brown JE. *Nutrición en las diferentes etapas de la vida*. 2ª. Mc Graw-Hill. México 2007.
12. (Sin autores) Bone health. *J Obstet Gyn Canada* 2009; 31: S34-S41.
13. Toth MJ, Tchernof A, Sites CK, Poehlman ET. Effect of menopausal status on body composition and abdominal fat distribution. *Int J Obes* 2000; 24: 226-231.
14. Rigo JC, Vieira JL, Rigo Dalacorte R, Reichert CL. Prevalence of metabolic síndrome in an elderly community: comparison between three diagnostic methods. *Arq Bras Cardiol* 2009; 93: 85-91.
15. Di Stefano M, Veneto G, Malservisi S, STrocchi A, Corazza GR. Lactose malabsorption and intolerance in the elderly. *Scand J Gastroenterol* 2001; 36: 1274-1278.
16. Ducharme N, Radhamma R. Hyperlipidemia in the elderly. *Clin Geriatr Med* 2008; 24: 471-487.
17. Holt PR. New insights into calcium, dairy and colon cancer. *World J Gastroenterol* 2008; 14: 4429-4433.

11. FÓRMULAS PARA LACTANTES.

Dr. Jorge Luis Chávez Servín

Definiciones

El alimento natural por excelencia para el recién nacido es la leche materna, y cuando no es posible darla se utilizan las fórmulas para lactantes, que deben tener una composición similar a la leche humana.

Se entiende como *lactante* al niño de hasta doce meses de edad, y *fórmula para lactante* al producto elaborado a base de leche de vaca (aunque puede ser de otros mamíferos) y otros componentes comestibles de origen animal y/o vegetal que se consideren adecuados para la alimentación de los lactantes. Asimismo, se llama *fórmula de continuación* al producto elaborado con la leche de vaca o de otros mamíferos o con otros constituyentes de origen animal o vegetal destinado a ser utilizado para complementar o suplir la leche materna en la dieta de ablactación para lactantes a partir del sexto mes de nacido cuando son alimentados con leche materna, o a partir de los 4 meses cuando son alimentados con fórmulas para lactantes, o bien, cuando el peso del lactante es mayor de 6 Kg, así como para niños de corta edad (1). La presentación de las fórmulas para lactantes puede ser lista para consumir (líquida) o como producto deshidratado, el cual debe reconstituirse con agua de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Breve historia de las fórmulas para lactantes

Durante el siglo pasado, el recurso de la alimentación láctea con biberón u otros utensilios tuvo un gran auge en los países del hemisferio norte, aunque en un inicio fue reconocido el riesgo de infección del lactante alimentado con este método. En 1910 se pensaba que la leche de vaca era una alternativa a la leche materna, y que el seno materno no era indispensable para alimentar al recién nacido (2). Desde entonces, han sucedido una enorme cantidad de cambios en la alimentación del lactante, desde el desarrollo y extraordinario mejoramiento de las fórmulas para lactantes y fórmulas cada vez más especializadas – que han soportado grandes controversias por su uso- hasta el resurgimiento, a partir de la década de los setenta, de la alimentación con leche materna, que en la actualidad se considera insuperable por sus ventajas nutricionales, inmunológicas y psicoafectivas sobre las fórmulas para lactantes (3).

La composición y el uso de las fórmulas para lactantes han empezado a regularse y armonizarse tanto en el ámbito nacional como en el internacional apenas hace 30 años (4-9). En México la NOM-131-SSA1 (1) establece las especificaciones sanitarias y nutrimentales que deben cumplir las fórmulas para lactantes y fórmulas de continuación.

Preocupados por el terreno ganado de los mensajes publicitarios erróneos que motivan el abandono y la sustitución de la alimentación al seno materno, la Secretaría de Salud y los fabricantes y distribuidores de formulaciones para lactantes firmaron un acuerdo sobre el importante esfuerzo que México ha realizado en los últimos 16 años para lograr el rescate de la cultura y la práctica de la lactancia materna. En éste cabe destacar que, entre otras acciones, se evitará distribuir muestras gratuitas de fórmulas para lactantes, de continuación y especiales, líquidas o en polvo a madres, miembros de la familia, hospitales públicos, privados y profesionales de la salud particulares e institucionales. Además la literatura médica de cada una de las fórmulas para lactantes, de continuación y especiales, sólo incluirá información científica, que señale claramente la superioridad de la lactancia materna y podrá ser entregada únicamente a los profesionales de la salud (10).

Importancia de la alimentación en las primeras etapas de la vida y el desarrollo de fórmulas para lactantes

El tema de la alimentación en el crecimiento y desarrollo del lactante ha ido adquiriendo cada vez mayor relevancia, sobre todo a partir de los años setenta en los que se recuperó la lactancia materna como método fundamental de alimentación del recién nacido, dejando de lado la moda de las décadas de los cincuentas y sesentas de abandonarla -incentivada por intereses económicos, entre otras razones. A lo largo de todo este tiempo se han publicado abundantes evidencias que han demostrado las ventajas de la lactancia materna sobre la alimentación con fórmulas y la interdependencia de ésta con el estado de nutrición de la madre (11), y quizá por ello es que la industria de fórmulas para lactantes ha continuado perfeccionando sus productos, mejorando su composición para hacerlos lo más similares a la leche humana.

La Organización de Alimentación y Agricultura (FAO), la Organización Mundial de Salud (OMS) y la Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica (ESPGHAN) recomiendan que las fórmulas para lactantes deben imitar la composición de la leche humana, y en especial en lo que respecta al contenido de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) -específicamente de ácido araquidónico (AA) y ácido docosahexaenóico (DHA). Estos ácidos grasos pueden obtenerse a través de dos ácidos grasos indispensables de 18 carbonos: el ácido linoléico (LA) y el ácido α -linolénico (ALA), respectivamente. Se han propuesto algunas cifras de ingestión diaria recomendada para DHA y AA con base en diversos hechos que se sintetizan en la tabla 1.

Tabla 1. Hechos clave en las recomendaciones relacionadas al uso de DHA y AA como suplementos dietarios. Adaptado de Ward (2005).

| Año | Suceso |
|------|---|
| 1975 | La FAO y la OMS recomendaron que las fórmulas para lactantes debían imitar la composición de la leche humana. |
| 1991 | La ESPGHAN recomendó que las fórmulas para lactantes, niños pretérmino y a término debían incluir AA y DHA. |
| 1992 | La Fundación Británica de Nutrición recomendó que las fórmulas para lactantes, niños pretérmino y a término debían incluir AA y DHA. |
| 1993 | Una junta del comité de expertos de la FAO y la OMS recomendaron que las fórmulas para lactantes para niños pretérmino y a término debían incluir AA y DHA. |
| 1995 | El Ministerio de Salud en Holanda realizó una extensiva revisión de las reglamentaciones, permitiendo a los fabricantes de fórmulas para lactantes usar suplementos comerciales específicos de DHA y AA en las fórmulas para lactantes. |
| 1995 | Un panel independiente de expertos en Estados Unidos concluyó que suplementos específicos de AA y DHA podían considerarse aditivos GRAS (“Generally Recommended As Safe” o “generalmente considerado como seguro”) para su uso en fórmulas para niños pretérmino y a término. |
| 1996 | Un panel independiente de expertos en Estados Unidos concluyó que un aceite específico que contenía DHA podía ser considerado como GRAS para su uso en adultos, mujeres embarazadas y lactantes. |
| 1999 | Una reunión patrocinada por el Instituto Nacional de Salud (NIH) de USA y la Sociedad Internacional para el Estudio de Ácidos Grasos y Lípidos en Washington DC recomendó que las fórmulas para lactantes fueran suplementadas con DHA y AA. |
| 2002 | La agencia de Salud del gobierno de Canadá apoyó el uso de aceites con alto contenido de DHA y AA producidos por microorganismos (SCO DHASCO® y ARASCO®) en fórmulas para lactantes en Canadá. |
| 2003 | Las normas alimentarias de Nueva Zelanda Australia concluyeron que los aceites SCO CO® y ARASCO® son seguros para su uso en fórmulas para lactantes. |
| Hoy | Diversos fabricantes de fórmulas utilizan varios tipos de suplementos de AA y DHA para sus fórmulas para lactantes. |

Fuente: Ward OP, Singh A. Omega-3/6 fatty acids: Alternative sources of production. *Process Biochemistry* 2005; 40: 3627-3652.

Se sabe que hay dos períodos críticos para la adquisición de los ácidos grasos indispensables ω -3: durante el desarrollo fetal y después de nacer hasta que el desarrollo bioquímico en el cerebro y la retina se haya completado (12). El DHA es un importante constituyente de los fosfolípidos de la membrana de las estructuras neuronales como fosfatidiletanolamina -especialmente abundante en cerebro y retina- fosfatidilcolina (lecitina), fosfatidilinositol, fosfatidilserina, cerebrósidos y esfingomiolina (13).

La pregunta sobre si el DHA debe ser incluido en las fórmulas para lactantes (además del ALA) ha despertado gran interés en los investigadores, lo que ha impulsado el desarrollo de múltiples estudios; igualmente, el poder definir la proporción más adecuada de ácidos grasos ω -6 con respecto a los ω -3 (ω -6/ ω -3), ya que se sabe que un desequilibrio puede acentuar la deficiencia de los ácidos grasos ω -3. Generalmente se recomienda que la proporción de ácidos grasos totales ω -6/ ω -3 en las fórmulas para lactantes sea de 10/1 (límite inferior: 4/1 ó 5/1) (14-18).

Las fórmulas para lactantes han sido perfeccionadas y reguladas por diferentes comités, para asegurar que las necesidades nutrimentales de los lactantes sean cubiertas. La tabla 2 muestra las recomendaciones nutrimentales para recién nacidos de acuerdo con la dosis diaria recomendada (RDA) de la ESPGHAN y la normativa de la Unión Europea (UE).

Tabla 2. Recomendaciones internacionales de nutrimentos en recién nacidos.

| Nutrimentos | RDA (0-6 meses) | ESPGHAN | Normativa UE |
|--------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|
| Energía | 110 kcal/kg/día | 110-130 kcal/kg/día | 60-70 kcal/100 ml |
| Proteínas | 2.2 g/kg/día | 1.8-2.8 g/100 kcal | 1.8-3 g/100 kcal |
| Lípidos | | 4.4-6 g/100 kcal | 4.4-6 g/100 kcal |
| Ácido linoleico | | 0.5-1.2 g/100 kcal | 300-1200mg/100 kcal |
| Ácido linoléico | | | >50 mg/100 kcal |
| LA/ALA | | 5-15 | 5-15 |
| n-3 | | < 1% total AG | < 1% total AG |
| n-6 | | < 2% total AG | < 2% total AG |
| Hidratos de carbono | 7-14 g/100Kcal | 8-12 g/100 kcal | 9-14 g/100 kcal |
| Lactosa | | 3-12 g/100 kcal | >4.5 g/100 kcal |
| Vitamina A | 250 UI/kg/día | 75-150 µg/100 kcal | 60-80 µg/100 kcal |
| Vitamina D | 50 UI/kg/día | 1-2 mg/100 kcal | 1-2.5 mg/100 kcal |
| Vitamina E | 0.5 UI/kg/día | 0.6-10 µg/100 kcal | 0.5-5 µg/100 kcal |
| Vitamina K | 0.5-1 µg/kg/día | > 4 µg/100 kcal | 4-25 µg/100 kcal |
| Tiamina | 50 µg/kg/día | > 40 µg/100 kcal | 60-300 µg/100 kcal |
| Riboflavina | 60-70 µg/kg/día | > 60 µg/100 kcal | 80-300 µg/100 kcal |
| Niacina | 80-90 µg/kg/día | > 0.25 µg/100 kcal | 300-1500 µg/100 kcal |
| Piridoxina | 50 µg/kg/día | 35 µg/100 kcal | 35 µg/100 kcal |
| Ácido pantoténico | 300 µg/100 kcal | 300 µg/100 kcal | 400-2000 µg/100 kcal |
| Biotina | 1.5 µg/100 kcal | 1.5 µg/100 kcal | 1.5-7.5 µg/100 kcal |
| Ácido fólico | 3.5-4 µg/100 kcal | > 4 µg/100 kcal | 10-50 µg/100 kcal |
| Vitamina B ₁₂ | 0.05 µg/kg/día | > 0.15 µg/100 kcal | 0.1-0.5 µg/100 kcal |
| Vitamina C | 5 mg/kg/día | > 8 mg/100 kcal | 10-30 mg/100 kcal |
| Sodio | 20 mg/kg/día | 23-40.5 mg/100 kcal | 20-60 mg/100 kcal |
| Potasio | 83.3 mg/kg/día | | 60-160 mg/100 kcal |
| Cloro | 30 mg/kg/día | | 50-160 mg/100 kcal |
| Calcio | 66.6 mg/kg/día | > 60 mg/100 kcal | 50-140 mg/100 kcal |
| Fósforo | 50 mg/kg/día | 30-50 mg/100 kcal | 25-90 mg/100 kcal |
| Ca/P | | 1.2/2 | 1-2 |
| Magnesio | 7 mg/kg/día | 6 mg/100 kcal | 5-15 mg/100 kcal |
| Hierro | | 0.1-0.2 mg/100 kcal | 0.3-1.3 mg/100 kcal |
| Zinc | > 0.7 mg/100 kcal | 0.3 mg/100 kcal | 0.5-1.5 mg/100 kcal |
| Cobre | 65-100 mg/kg | 30 mg/100 kcal | 35-100 mg/100 kcal |
| Manganeso | 50-100 mg/kg | 5 mg/100 kcal | 1-100 mg/100 kcal |
| Selenio | | | 1-9 mg/100 kcal |
| Molibdeno | | | |
| Cromo | | | |
| Yodo | | 5 mg/100 kcal | 10-50 mg/100 kcal |

AG: ácidos grasos

Fuentes:

2006/141/CE. Directiva 2006/141/CE de la Comisión de 22 de diciembre de 2006 relativa a los preparados para lactantes y preparados de continuación y por la que se modifica la Directiva 1999/21/CE. L 401, 1-33. 2006. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. Ref Type: Statute

Tojo R. Tratado de Nutrición Pediátrica. Ediciones Doyma, S.L., SORPAMA, S.A., Barcelona, España, 2001.

La adición de DHA a las fórmulas para lactantes ha supuesto un mejoramiento en las respuestas neurofuncional y de agudeza visual en los bebés que no habían sido alimentados al seno materno sino con fórmulas no adicionadas de éste, por lo que existen actualmente en el mercado diversas fórmulas para lactantes que han incorporado este ácido graso. Debido a la importancia que recientemente tiene la adición de PUFA de cadena larga no sólo en las fórmulas para lactantes sino en general en toda la industria alimentaria y farmacéutica, la tecnología busca diversas fuentes de estos ácidos grasos. Los ácidos grasos ω -3 como el ALA existen en los aceites de soya y colza, mientras que el DHA principalmente se encuentra en pescados, mariscos y algas marinas, y actualmente en aceites sintetizados por microorganismos unicelulares (Single Cell Organisms o SCO). La utilización de aceites SCO incrementa el costo del producto entre un 10-20% lo que puede retardar la aceptación de estos productos debido a que el mercado es muy competitivo en precio. Se estima que el mercado mundial de las fórmulas para lactantes mueve anualmente cerca de \$200,000 millones al año. El AA y DHA se han utilizado ampliamente para la complementación/ suplementación de las fórmulas para lactantes, muchas veces provenientes de aceites SCO (SCO DHASCO® y ARASCO®), en más de 50 países a nivel mundial, incluyendo incluido México.

Proceso de producción de una fórmula en polvo para lactantes

En la figura 1 se presenta de manera esquemática y generalizada el proceso de producción de una fórmula de base láctea en polvo para lactante. El proceso en sí tiene dos finalidades básicas: la primera radica esencialmente en aproximar la composición del preparado, tanto como sea posible, a la composición estándar de la leche humana, y la segunda en garantizar la buena conservación del producto a lo largo de su vida útil. Se utiliza como ejemplo la fórmula en polvo debido a que es ésta la más extendida y comercializada en diferentes lugares del mundo.

El objeto principal de la elaboración del preparado en polvo es convertir la leche cruda líquida perecedera en una fórmula que pueda conservarse durante muchos meses (24 o más, dependiendo de la fórmula y la legislación) sin pérdidas sustanciales de calidad mientras permanezca sellado el envase. La fórmula debe tener ciertas características: ser fácil de manipular por la madre, es decir, no ser demasiado polvosa ni excesivamente voluminosa y debe fluir libremente y no presentar aglomerados una vez preparada.

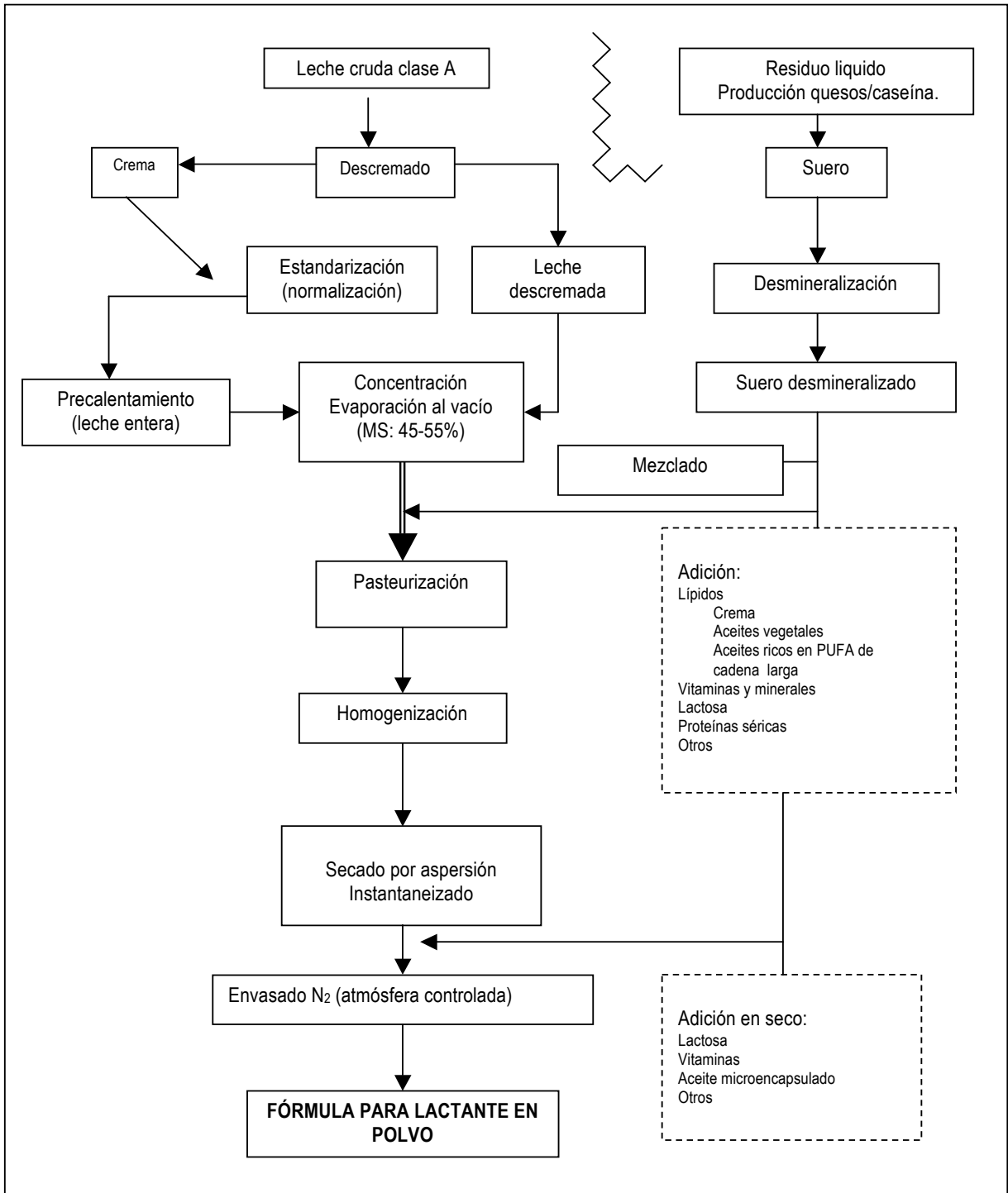
La materia prima utilizada debe reunir una serie de condiciones que la clasifican como clase A (<500 000 células somáticas/ml y <100 000 unidades formadoras de colonia/ml). Posteriormente se eliminan las sustancias sólidas de la leche mediante centrifugación, en donde las materias sólidas como el precipitado de la caseína y lactosa cristalizada se eliminan y la leche se descrema. Dependiendo del fabricante, la fórmula infantil puede elaborarse con leche descremada, leche parcialmente descremada o leche entera, por lo que los procesos a seguir no son iguales. Posteriormente se realiza una concentración que reduce el contenido de agua, quedando un producto con un contenido de materia sólida que puede fluctuar entre 30 y 55% de remanente sólido. Este proceso facilitará después el proceso de secado y economizará

el costo del atomizador (secado por aspersión). Seguidamente se adicionan otras materias primas como lactosa, dextrinomaltosa, suero, aceites vegetales, crema, proteínas, etc., (la adición de vitaminas y otros compuestos termosensibles se puede realizar en seco, después del secado por aspersión) para pasteurizar el preparado y destruir los microorganismos patógenos por tratamiento térmico (ejemplo: 72°C durante 15 segundos). Después se homogeniza el producto a fin de lograr una perfecta distribución de todos los componentes de la formulación. Finalmente la formulación se convierte en polvo, eliminando el contenido de agua mediante una torre de atomización en la que se separa el agua y queda una formulación en polvo, que debe fluidificarse (proceso de instantaneizado) para lograr las características deseadas del producto mencionadas anteriormente.

Las materias primas utilizadas para la fabricación de las fórmulas para lactantes son generalmente mezcladas, pasteurizadas, homogeneizadas, condensadas y/o secadas por aspersión. Los componentes pueden sufrir redistribuciones e interacciones en el sistema durante el proceso y almacenamiento. La NOM-131-SSA1-1995 especifica los nutrimentos que deben contener las fórmulas para lactantes (tabla 3).

La normativa nacional contempla la adición de aminoácidos indispensables en cantidades estrictamente necesarias para mejorar la calidad de las proteínas. Asimismo es posible la inclusión de otros nutrimentos si son necesarios, para que la fórmula sea adecuada como única fuente de nutrición del lactante, siempre que la utilidad de dichos nutrimentos sea demostrada científicamente; tal es el caso de la taurina (se recomienda no más de 12 mg/100 Kcal), los fructooligosacáridos y galactosacáridos (su contenido no debe ser superior a 0.8 g/100 ml según una combinación de 90% oligogalactosil lactosa y 10% de oligofructosil sacarosa), así como los nucleótidos (se recomienda que la concentración total no sea superior a 5 mg/100 Kcal)(9).

En el mercado existen en la actualidad un gran número de preparados en polvo de base láctea, los cuales representan innovaciones tecnológicas en el desarrollo de fórmulas para lactantes. En la figura 1 se esquematiza el proceso general de elaboración de una fórmula en polvo para lactantes.



MS: materia seca.
 PUFA: ácidos grasos poliinsaturados.
 N2: nitrógeno.

Figura 1. Proceso general de elaboración de las fórmulas en polvo para lactantes.

Tabla 3. Contenido de nutrimentos para fórmulas para lactantes de acuerdo con la NOM-131-SSA1-1995.

| Componente | Cantidad por cada 100 Kcal | |
|---|----------------------------|--------|
| | Mínimo | Máximo |
| <i>Vitaminas</i> | | |
| Vitamina D | 40 UI | 80 UI |
| Ácido ascórbico | 8 mg | SE |
| Tiamina (B ₁) | 40 µg | SE |
| Riboflavina (B ₂) | 60 µg | SE |
| Nicotinamida | 250 µg | SE |
| Piridoxina (B ₆) ^a | 35 µg | SE |
| Ácido fólico | 4 µg | SE |
| Ácido pantoténico | 300 µg | SE |
| Cianocobalamina (B ₁₂) | 0.15 µg | SE |
| Vitamina K | 4 µg | SE |
| Biotina (H) | 1.5 g | SE |
| Vitamina E (a-tocoferol) | 0.7 UI/g ácido linoleico | SE |
| <i>Minerales</i> | | |
| Na | 20 mg | 60 mg |
| K | 80 mg | 200 mg |
| Cl | 55 mg | 150 mg |
| Ca | 50 mg | SE |
| P ^b | 25 mg | SE |
| Mg | 6 mg | SE |
| Fe | 0.15 mg | SE |
| Fe ^c | 1 mg | 2 mg |
| I | 5 µg | SE |
| Cu | 60 µg | SE |
| Zn | 0.5 mg | SE |
| Mn | 0.5 µg | SE |
| Colina | 7 µg | SE |
| Proteínas | 1.8 g | 4 g |
| Ácido linoléico (glicérido) | 300 mg/Kg | SE |
| Grasas | 3.3 g | 6 g |

^a Las fórmulas con más de 1.8 g de proteínas por cada 100 Kcal deberán contener, como mínimo, 15 mg piridoxina/g proteína.

^b La relación Ca:P no será menor de 1.2:1 ni mayor de 2:1.

^c Los productos que contengan como mínimo 1 mg hierro/100 Kcal se etiquetarán como “Fórmula con hierro para lactantes”.

SE: sin especificar

Fuente: NOM-131-SSA1-1995. Norma Oficial Mexicana NOM-131-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. NOM-131-SSA1-1995, 1-117. 1995. Norma Oficial Mexicana.

Conclusiones

Se define la fórmula para lactante como el producto de leche de vaca u otros mamíferos y otros componentes comestibles de origen animal y/o vegetal adecuados para la alimentación de los lactantes; y la fórmula de continuación como el producto de leche de vaca u otros mamíferos o con otros constituyentes de origen animal o vegetal para complementar o suplir la leche materna en la ablactación a partir del sexto mes de nacido cuando son alimentados con leche materna, o a partir de los 4 meses cuando son alimentados con fórmulas para lactantes, o bien, cuando el peso del lactante es mayor de 6 Kg y para niños de corta edad. Las fórmulas para lactantes deben imitar la composición de la leche materna, y muy especialmente en los ácidos grasos poliinsaturados (DHA y AA). Finalmente se detalla el proceso general de fabricación de una formulación en polvo para lactantes.

Bibliografía

1. NOM-131-SSA1-1995. Norma Oficial Mexicana NOM-131-SSA1-1995, Bienes y servicios. Alimentos para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. NOM-131-SSA1-1995, 1-117. 1995. Norma Oficial Mexicana.
2. Kuhn L. A comment on 'beyond informed choice' by Louise Kuhn - Rejoinder to Forsyth and Natrass. *Social Dynamics-A Journal of the Centre for African Studies University of Cape Town* 2002; 28: 162-169.
3. Raiten DJ, Kalhan SC, Hay WW. Maternal nutrition and optimal infant feeding practices: executive summary. *Am J Clin Nutr* 2007; 85: 577S-583S.
4. Raiten DJ, Talbot JM, Waters JH. Life Sciences Research Office report: Assessment of nutrient requirements for infant formulas. *J Nutr* 1998; 128: 2059S-2293S.
5. Klein CJ. Nutrient requirements for preterm infant formulas. *J Nutr* 2002; 132: 1395S-1577S.
6. Sievers E. Nutrient requirements for preterm infant formulas - Molybdenum. *J Nutr* 2003; 133: 236-237.
7. Fanaro S, Cristofori G, Mosca F, Savino F, Vigi V. Considerations and approaches in determining the protein and energy composition of preterm infant formulas. *Acta Paediatr* 2005; 94: 57-63.
8. Anónimo. Commentary on breast-feeding and infant formulas, including proposed standards for formulas. *Pediatrics*. 1976; 57: 278-285.
9. 2006/141/CE. Directiva 2006/141/CE de la Comisión de 22 de diciembre de 2006 relativa a los preparados para lactantes y preparados de continuación y por la que se modifica la Directiva 1999/21/CE. L 401, 1-33. 2006. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*.
10. Anónimo. Acuerdo de los fabricantes de fórmulas lácteas infantiles con la Secretaría de Salud en México en el 2007. http://alianza.salud.gob.mx/descargas/pdf/acuerdos_fabricantes_04.pdf. 1981.

11. Yuhas R, Pramuk K, Lien EL. Human milk fatty acid composition from nine countries varies most in DHA. *Lipids* 2006; 41: 851-858.
12. Vidailhet M. Omega 3: is there a situation of deficiency in young children? *Arch Pediatr* 2007; 14: 116-123.
13. Connor WE. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 171S-175S.
14. Jumpsen J, Lien EL, Goh YK, Clandinin MT. Small changes of dietary (n-6) and (n-3) fatty acid content ratio alter phosphatidylethanolamine and phosphatidylcholine fatty acid composition during development of neuronal and glial cells in rats. *J Nutr* 1997; 127: 724-731.
15. Billeaud C, Bougle D, Sarda P, Combe N, Mazette S, Babin F, Entressangles B, Descomps B, Nouvelot A, Mendy F. Effects of preterm infant formula supplementation with alpha-linolenic acid with a linoleate/alpha-linolenate ratio of 6: a multicentric study. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51: 520-526.
16. Yeh YY, Yeh SM, Lien EL. Modification of milk formula to enhance accretion of long-chain n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids in artificially reared infant rats. *Lipids* 1998; 33: 513-520.
17. Fleith M, Clandinin MT. Dietary PUFA for preterm and term infants: Review of clinical studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2005; 45: 205-229.
18. Hernell O. Comment on the content and composition of lipids in infant formulas. *Acta Paediatr Scand*. 1991; 80: 887-896.

12. FÓRMULAS PARA LACTANTES ESPECIALIZADAS

Dra. Ana Ma. Calderón de la Barca

El amamantamiento es esencial para la nutrición y salud del lactante y debe ser la primera opción de alimentación en el primer año de vida. Sin embargo, en algunos casos bien justificados los lactantes requieren una composición especial de nutrimentos, por lo que se usan las llamadas fórmulas para lactantes *especializadas* bajo la estricta vigilancia de un médico. La disponibilidad de estas fórmulas está contemplada en el compromiso que firmaron los fabricantes de fórmulas para lactantes con la Secretaría de Salud en México, en el 2007 (1). Al igual que las fórmulas convencionales de las que se habló en el capítulo pasado, cuando las fórmulas especializadas se usan como única fuente de alimentación deben de suplir todos los requerimientos de energía y nutrimentos de los lactantes, esto de acuerdo a los estándares indicados por la Comisión del Codex Alimentarius de la Organización Mundial de la Salud y de la Organización para la Agricultura y Alimentación FAO (2).

Entre las fórmulas especializadas están aquéllas para tratar el reflujo gastroesofágico grave, para los recién nacidos prematuros o con muy bajo peso y las que contienen proteínas hidrolizadas para los que padecen alergias alimentarias. También hay unas cuantas fórmulas especiales para lactantes con cardiopatía, síndrome de absorción deficiente y problemas para digerir grasas o procesar ciertos aminoácidos.

En esta sección se describen sucintamente los cuadros clínicos de los padecimientos. Se anotan los requerimientos especiales de nutrimentos o de características físicas de las fórmulas adecuadas para cada caso y se resume la composición típica de las disponibles comercialmente. Asimismo, se comentan los resultados obtenidos en ensayos clínicos supervisados, las ventajas, limitaciones y restricciones en el uso de las fórmulas especializadas. La información solo se restringe a las fórmulas especializadas más comunes para nutrición enteral durante la lactancia.

Reflujo gastroesofágico

El reflujo es el retorno del contenido gástrico hacia el esófago, con síntomas y complicaciones como regurgitación, vómitos, poca ganancia de peso, dolor abdominal, esofagitis y enfermedades respiratorias. Es una de las condiciones más comunes ya que la sufre del 20 al 40% de los lactantes (3). El tratamiento ayuda a aliviar los síntomas, mantiene normal el crecimiento y previene complicaciones. Las opciones terapéuticas incluyen cuidado en la posición del niño, alimentación especial, medicamentos y hasta cirugía en casos muy complicados.

Para tratar a los niños con problemas serios de reflujo, se usan fórmulas infantiles con la misma composición que las convencionales a las que se adicionan espesantes como harina o almidón de arroz, de maíz u otras fuentes, carboximetilcelulosa o gomas de origen vegetal. Una fórmula típica para reducir la frecuencia

de reflujo contiene proteínas de leche de vaca, lactosa, almidones o gomas espesantes, grasas de origen vegetal y las vitaminas y minerales adecuados a las necesidades del lactante, de acuerdo a su edad. La osmolaridad es similar a las de las fórmulas infantiles (< 280 mOsm/L).

Estas fórmulas son hasta 10 veces más viscosas que las convencionales y tienen efectividad moderada en el tratamiento del reflujo grave. Comparadas con las fórmulas convencionales, disminuyen el porcentaje de lactantes con regurgitación, reducen (aunque discretamente) el número de episodios de regurgitación (4) y vómitos por día e incrementan el peso ganado por día (3). No hay mucha diferencia entre los efectos de uno u otro tipo de fórmula conteniendo un espesante u otro. Una desventaja es que, al usarlas se corre el riesgo de inducir problemas de alergia en los lactantes menores de 6 meses, ya que tanto las proteínas de los cereales como las gomas pueden ser inmunogénicas.

Bajo peso al nacer y prematuridad

Los prematuros con peso al nacer extremadamente bajo tienen un mayor riesgo de problemas de desarrollo neuronal y rehospitalización, una vez dados de alta de la unidad de cuidados intensivos. Estos niños se alimentan por medio de una fórmula parenteral y una fórmula enteral especializada. Actualmente, se recomienda complementar su tratamiento con el amamantamiento o lactancia con la leche de la propia madre dentro de la unidad de cuidados intensivos de neonatos (5,6). Esta práctica incrementa sustancialmente su potencial cognitivo y reduce la necesidad de intervenciones y servicios de educación especial, así como de rehospitalizaciones durante los primeros meses. Sin embargo, el amamantamiento en estos casos no hace diferencia en cuanto a parámetros de crecimiento con respecto al uso de una fórmula especializada (5).

Una fórmula típica para recién nacidos con bajo peso al nacer o prematuros contiene proteínas de leche de vaca, ácido fólico, vitamina C, minerales como fósforo, hierro y zinc y vitaminas liposolubles, en cantidades sustancialmente más altas (un 25% más) que en las fórmulas convencionales. Además, algunas fórmulas de este tipo contienen ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga y nucleótidos, similares a los que se encuentran naturalmente en la leche materna.

Alergias e intolerancias

Las alergias a las proteínas de la leche de vaca afectan aproximadamente al 2-3% de los lactantes. Si no se tratan adecuadamente, pueden resultar en anafilaxis o afectar el desarrollo de los niños. Estas alergias que sólo padecen los niños alimentados con fórmula están mediadas por el sistema inmune y son respuestas que se pueden dar minutos después de tomar la leche, con síntomas como anafilaxis, angioedema, urticaria y vómitos. También hay síndromes con reacción retardada que ocurren en horas o días después de tomar la leche y consisten en enteropatía, proctocolitis o esofagitis eosinofílica. En casos de eczema, puede haber tanto reacción inmediata como retardada. Independientemente del tipo de reacción, el tratamiento consiste en la eliminación de las proteínas de la leche de vaca de la alimentación y su reemplazo con fórmulas hipoalergénicas (7).

Se debe estimular a las madres a amamantar a los niños con alergia a las proteínas de leche de vaca y por lo común ellas no requieren una restricción dietaria (7). Una vez que se deja el amamantamiento se alimenta a los niños con una fórmula con proteínas hidrolizadas o una fórmula de soya. Aunque las fórmulas de soya tienen una larga historia de uso alternativo en estos casos, un buen porcentaje de niños con alergia a proteínas de leche de vaca desarrollan también alergia a proteínas de soya, aunque sin llegar a la anafilaxis (8). Lo más adecuado es usar las fórmulas con proteínas hidrolizadas que ayudan a lograr un desarrollo adecuado y buen estado nutricional (8, 9); por lo común a los 2 ó 3 años de edad desaparece este tipo de alergia. Sin embargo, en casos extremos se requiere alimentar a los niños alérgicos con fórmula elemental con aminoácidos (7).

Si los síntomas persisten después de dejar el uso de fórmulas con proteínas de leche de vaca, pueden deberse a alergias a otros alimentos o a condiciones que enmascaran el padecimiento como malabsorción de lactosa o urticaria idiopática. La tolerancia debe evaluarse regularmente por un médico y cuando se pruebe la reintroducción de leche de vaca debe hacerse en un hospital, por el riesgo de anafilaxis (7).

A pesar de que las fórmulas con proteínas hidrolizadas se comercializan como de más fácil digestión, no existe gran evidencia de ello (10), por lo que no se justifica la necesidad de usarlas para alimentar a lactantes saludables (11). Sin embargo, es una práctica común probarlas y hasta un tercio de todos los niños alimentados con fórmula, eventualmente reciben las que contienen proteínas hidrolizadas durante sus primeros 6 meses. Esto se debe a que los padres perciben algunos cambios en el niño como intolerancia e innecesariamente le ofrecen fórmula hidrolizada (11).

Las fuentes de proteína en las fórmulas hidrolizadas son caseínas o proteínas del suero de leche de vaca o de otras fuentes, predigeridas. Los demás compuestos son similares a los de las fórmulas infantiles convencionales, como ácidos grasos de origen vegetal, carbohidratos, vitaminas y minerales de acuerdo a la edad, así como gomas y estabilizadores. Para un pequeñísimo porcentaje de niños alérgicos que no mejoran con fórmulas hidrolizadas, hay fórmulas elementales con aminoácidos libres, sin lactosa y con lípidos de más fácil digestión y absorción. Cualquiera de estas fórmulas puede contener opcionalmente, taurina, nucleótidos, fosfolípidos y ácidos grasos poliinsaturados, de cadena larga (2).

Diarrea aguda y persistente

Las causas de diarrea persistente a veces se deben a mal diagnóstico de infecciones o enteropatía por sensibilidad a los alimentos (7), inmunodeficiencia, enteropatía inflamatoria o síndromes de dismotilidad del colon y desórdenes metabólicos. En algunos casos, no se relacionan con los problemas citados y se deben a defectos epiteliales o enteropatías autoinmunes. En estos casos, la nutrición parenteral debe considerarse un tratamiento temporal mientras se recupera y adapta el intestino (12).

Por otra parte, la diarrea infecciosa permanece como una de las principales causas de morbilidad infantil alrededor del mundo, no solo en comunidades rurales de los países en desarrollo, sino también en las menos favorecidas de los países desarrollados. (13). Esta resulta de la infección del tracto intestinal por patógenos entéricos y puede afectar la función intestinal. Los episodios repetidos de infecciones entéricas, más comunes durante el primer año de vida, pueden desencadenar en desnutrición por interferir en la

absorción de nutrimentos, esto debido a que se daña la mucosa intestinal, lo que aumenta la permeabilidad del epitelio y altera sus función de absorción de nutrimentos (10,13). Debido a que las diarreas se presentan en un período crítico de crecimiento y desarrollo cerebral, pueden afectar el desarrollo físico y la función intelectual.

Durante la recuperación de la desnutrición por diarreas persistentes u otras causas, una vez recuperado el balance electrolítico debe considerarse la intolerancia a la lactosa. Debido al daño en la mucosa intestinal donde se encuentra la enzima lactasa, la intolerancia puede ser transitoria, aunque en algunos casos es genética. La lactosa, un azúcar de la leche, se digiere por medio de la enzima lactasa, en glucosa y galactosa, que se pueden absorber y aprovechar. Si la lactosa no se absorbe y debido a que es osmóticamente activa se combina con ácidos orgánicos en el intestino y resulta en diarrea. Por lo común los niños con intolerancia a la lactosa presentan distensión abdominal y vómitos. Si es muy importante el problema, los niños pueden deshidratarse, presentar desequilibrio electrolítico y alteraciones en el crecimiento.

En los niños menores de 6 meses, la recomendación es el amamantamiento para recuperarlos de la desnutrición grave, diarrea persistente y enteropatía de alto grado (13). Si por alguna causa no se puede amamantar, hay fórmulas infantiles sin lactosa. Estas fórmulas, contienen proteínas de leche de vaca y los demás nutrimentos que se encuentran en las convencionales, excepto por la lactosa que se sustituye por hidratos de carbono que sí se puedan digerir y absorber fácilmente.

Otras patologías

Las alteraciones metabólicas, malformaciones fisiológicas y otras patologías, además de su muy baja prevalencia, se presentan en una amplia variedad de síntomas y complicaciones. Muchos de ellos requieren nutrición parenteral o manejo con fórmulas enterales muy particulares que no se pueden generalizar en este capítulo.

Conclusión

El amamantamiento es esencial para la nutrición del lactante, aunque en casos bien justificados se requieren las fórmulas especializadas. Las más utilizadas y disponibles son para tratar el reflujo gastroesofágico grave, para los recién nacidos prematuros o con muy bajo peso y las que contienen proteínas hidrolizadas para los que padecen alergias alimentarias. En este capítulo se describen los cuadros clínicos de los padecimientos en donde se usan fórmulas especializadas, los requerimientos o características físicas de las fórmulas y la composición típica de las disponibles comercialmente. Se comentan los resultados de ensayos clínicos, ventajas, limitaciones y restricciones en el uso de las fórmulas especializadas más comunes para la nutrición enteral durante la lactancia.

El amamantamiento es la mejor opción terapéutica en la mayoría de las patologías que sufren los lactantes. Para aquellos niños cuya madre no les puede alimentar o cuyo requerimiento temporal de nutrimentos difiere de la leche materna están las fórmulas especializadas disponibles comercialmente. Estas fórmulas son específicas para cada padecimiento y tienen ventajas y limitaciones, por lo que es importante usarlas por prescripción médica y bajo su estricta supervisión.

Bibliografía

1. Anónimo. Acuerdo de los fabricantes de fórmulas lácteas infantiles con la Secretaría de Salud en México, en el 2007 http://alianza.salud.gob.mx/descargas/pdf/acuerdos_fabricantes_04.pdf
2. Koletzko B, Baker S, Cleghorn Gf, Fagundes Neto U, Gopalan S, Hernell O, Hock SP, Jirapinyo, Lonnerdal B, Pencharz P, Pzyrembel H, Ramirez-Mayans J, Shamir R, Turck D, Yamashiro Y, Zong-Yi D. Global standard for the composition of infant formula: recommendations of an ESPGHAN-coordinated International Expert Group. *JPGN* 2005; 41:584–599.
3. Horvath A, Dziechciarz P, Szajewska H. The effect of thickened-feed interventions on gastroesophageal reflux in infants: systematic review and meta-analysis of randomized, controlled trials. *Pediatrics* 2008; 122:e1268–e1277.
4. Miyazawa R, Tomomasa T, Kaneko H, Arakawa H, Morikawa A. Effect of formula thickened with reduced concentration of locust bean gum on gastroesophageal reflux. *Acta Pædiatrica* 2007; 96:910-914.
5. Vohr BR, Poindexter BB, Dusick AM, McKinley LT, Wright LL, Langer JC, Poole WK. NICHD Neonatal Research Network. Beneficial effects of breast milk in the Neonatal Intensive Care Unit on the developmental outcome of extremely low birth weight infants at 18 Months of Age. *Pediatrics* 2006; 118:e115-e123.
6. Vollalón H, Miranda JP. Nutrición del prematuro. *Rev. Med. Clin. Condes* 2008; 19:261-269.
7. Allen KJ, Davidson GP, Day AS, Hill DJ, Kemp AS, Peake JE, Prescott SL, Shugg A, Sinn JKH, Heine RG. Management of cow's milk protein allergy in infants and young children: An expert panel perspective. *J Paediatr Child Health* 2009; 45:481–486.
8. Seppo L, Korpela R, Lönnerdal B, Metsäniitty L, Juntunen-Backman K, Klemola T, Paganus A, Vanto T. A follow-up study of nutrient intake, nutritional status, and growth in infants with cow milk allergy fed either a soy formula or an extensively hydrolyzed whey formula. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:140 -145.
9. Agostoni C, Fiocchi A, Riva E, Terracciano L, Sarratud T, Martelli A, Lodi F, D'Auria E, Zuccotti GV, Giovannini M. Growth of infants with IgE-mediated cow's milk allergy fed different formulas in the complementary feeding period. *Pediatr Allergy Immunol* 2007; 18: 599–606.
10. De Regil LM, De la Barca AMC. Nutritional and technological evaluation of an enzymatically methionine-enriched soy protein for infant enteral formulas. *Internal J Food Sci Nutr* 2004; 55: 91-99.
11. Berseth CL, Mitmesser SH, Ziegler EE, Marunycz JD. Tolerance of a standard intact protein formula versus a partially hydrolyzed formula in healthy, term infants. *Nutr J* 2009; 8:27.
12. Gambarara M, Bracci F, Diamanti A, Ambrosini MI, Pietrobattista A, Knafelz D, Ferretti F, Castro M. Long-term parenteral nutrition in pediatric autoimmune enteropathies. *Transplant Proc* 2005; 37:2270–2271.
13. Grimwood K, Forbes DA. Acute and persistent diarrhea. *Pediatr Clin N Am* 2009; 56:1343–1361.

13. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SALUD

Lic. Nut. Cecilia Sommer Finkelman

Mucho se ha comentado sobre la relación entre los productos lácteos y la salud. La leche proporciona al lactante una alimentación completa durante sus primeros seis meses de vida, además de diversos factores que contribuyen en el desarrollo cerebral, del intestino y del sistema inmunológico. La leche materna y algunos sucedáneos confieren una protección inmunológica al recién nacido en un momento en el que su sistema inmunológico, a pesar de estar completamente formado, aún es inmaduro.

Después del año de edad y hasta la etapa adulta, muchos individuos incluyen la leche y sus derivados como parte de una dieta saludable, ya que éstos dan variedad a la dieta y son valorados por su importante contenido de proteínas y varios nutrimentos indispensables como algunas vitaminas y nutrimentos inorgánicos, en especial el calcio.

Cada vez es mayor la evidencia de que la leche incluye sustancias que, además de contribuir en su valor nutrimental, también pueden prevenir o atenuar enfermedades como la osteoporosis, la hipertensión arterial y el control de peso corporal, por mencionar algunas.

Salud ósea

En los últimos 35 años, los estudios observacionales y ensayos clínicos aleatorios realizados en niños, adultos y adultos mayores han demostrado la importancia del desarrollo del pico de masa ósea para disminuir el riesgo de osteoporosis y las tasas de fracturas de huesos más tarde en la vida. Incluso, algunos estudios han señalado que la ingestión adecuada de calcio proveniente de la leche y sus derivados y de alimentos ricos en calcio tienen un efecto positivo en el desarrollo de la masa ósea (1).

Es bien sabido que los años críticos en el desarrollo de masa ósea son durante la infancia y adolescencia: la formación de hueso nuevo ocurre con mayor rapidez que el reemplazo de hueso viejo, ocasionando que los huesos se tornen más grandes y densos. Este ritmo se mantiene hasta aproximadamente los 20 años, momento en el cual normalmente se alcanza el pico máximo de masa ósea (densidad ósea máxima); a partir de esta edad, el crecimiento óseo presenta una meseta por una o dos décadas, pasadas las cuales comienza la pérdida franca de tejido óseo; ya en el adulto mayor, se suele tener una mayor resorción que formación ósea, lo que favorece la aparición de osteopenia y osteoporosis.

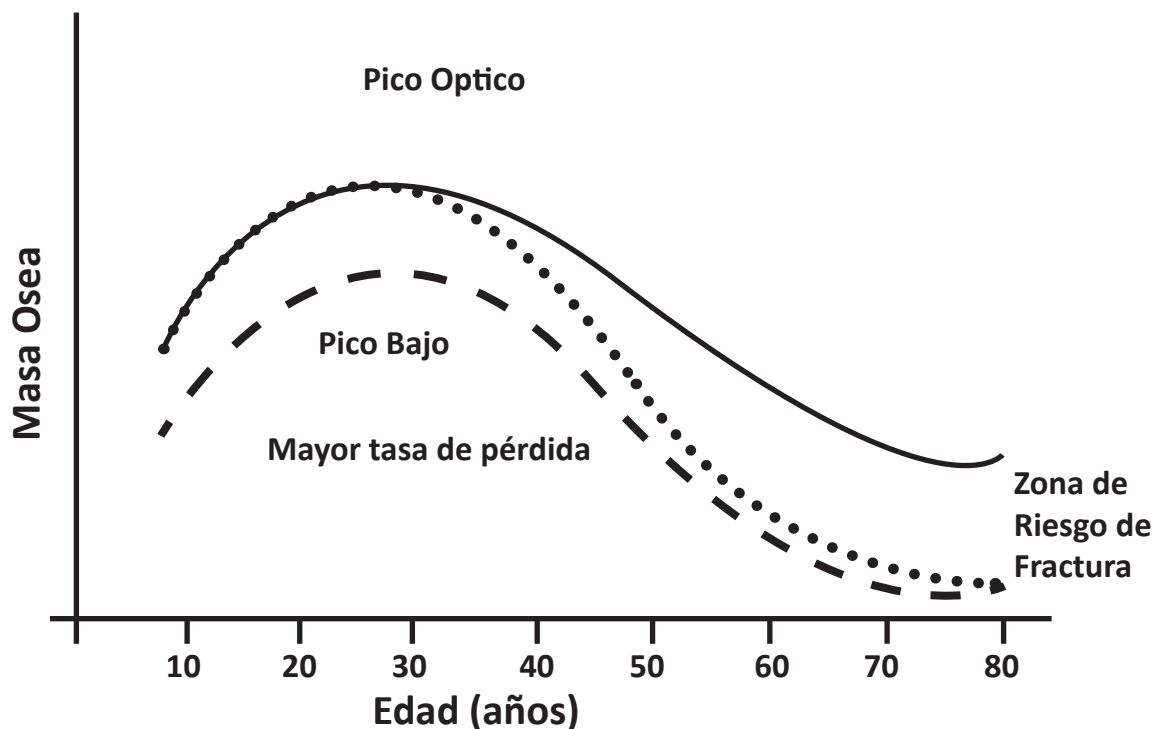


Figura 1. Formación de masa ósea a lo largo de la vida. Esta gráfica representa la masa ósea durante la vida. Las etapas críticas para construir masa ósea son la infancia y adolescencia. La “masa ósea pico” se alcanza entre los 23 y 25 años (“pico óptimo”) y después hay una estabilidad en la masa ósea en la etapa adulta temprana. La pérdida ósea inicia después de los 40 años en ambos sexos (línea continua). Se muestran asimismo dos situaciones hipotéticas: la primera, en la que se alcanza un pico de masa ósea bajo (línea discontinua gruesa); y la segunda, en la que se alcanza un pico de masa ósea óptimo pero la pérdida ósea es más rápida de lo normal (línea discontinua fina). En ambos casos, aumenta el riesgo de fractura a una edad temprana de la vida (área sombreada). Un estilo de vida saludable que incluya una buena alimentación y ejercicio puede ayudar a que se alcance un pico máximo de masa óseo y a que se reduzca la velocidad de pérdida ósea.

Los factores que más influyen en la densidad mineral ósea son la genética, una buena alimentación y el ejercicio. La alimentación juega un papel preponderante para la adquisición de todos los nutrimentos necesarios para lograr una óptima densidad de masa ósea. Los nutrimentos clave a considerar para la salud ósea son el calcio y la vitamina D, aunque también se asocian a la salud ósea o al riesgo de sufrir osteoporosis las vitaminas A, K, y C, el fósforo, el magnesio, el cobre y el flúor, dado que todos ellos participan en la absorción y eliminación del calcio (2).

Heaney (3), en su artículo sobre la salud ósea y los productos lácteos, menciona que la salud de los huesos es el resultado de la masa mineral ósea, la arquitectura de los huesos y la mecánica corporal. La nutrición interviene en estos tres componentes a través del calcio, las proteínas y la vitamina D principalmente, aunque también el potasio, el magnesio, el zinc y varias vitaminas están también involucrados. Este autor menciona que es difícil considerar que una dieta sea “saludable para los huesos” sin que incluya entre dos

y tres porciones de productos lácteos al día, no sólo por el calcio sino también por las proteínas y el potasio que contienen.

Por otro lado Guéguen y Pointillart (4) indican que todos los componentes de la dieta que hacen al calcio soluble o lo mantienen en una solución dentro del íleon promueven la absorción de este nutrimento porque estimulan su difusión pasiva. Varias moléculas ejercen este efecto, en especial proteínas de la leche como los fosfopéptidos derivados de la caseína y aminoácidos como la L-lisina y L-arginina que forman quelatos solubles con calcio. La lactosa y otros hidratos de carbono que se absorben gradualmente también tienen un efecto en la absorción del calcio; así, este disacárido aumenta la absorción pasiva del calcio en ausencia de vitamina D y por lo tanto, disminuye la concentración intestinal de la proteína de unión o acarreadora de calcio y activa el transporte de calcio (4). El efecto de la lactosa queda ejemplificado en un estudio clásico que encontró que el porcentaje de calcio absorbido a partir de una fórmula de leche fue de 60% en comparación con 36% de una fórmula sin lactosa (5).

Cabe señalar que la alta prevalencia de osteoporosis en personas que presentan intolerancia a la lactosa parece estar asociada más a la infrecuente ingestión de productos lácteos que a falta de lactosa; es, por tanto, conveniente aconsejar a estas personas que consuman las presentaciones deslactosadas disponibles actualmente en el mercado con la garantía de que no padecerán las molestias asociadas a la intolerancia a la lactosa y, al mismo tiempo, obtendrán un importante aporte de calcio dietético.

Algunos estudios retrospectivos han encontrado que los adultos que solían consumir leche con regularidad durante su infancia tienen una mayor masa ósea que quienes no lo hacían. Asimismo, un estudio de intervención en mujeres jóvenes sanas de 32 a 42 años de edad, mostró que la inclusión de productos lácteos en la dieta habitual durante uno a tres años previno la pérdida ósea en columna vertebral en comparación con el grupo control (6,7).

Salud dental

Desde finales de la década de los cincuentas se reconoció que los productos lácteos resultaban efectivos en la prevención de caries dentales. Múltiples investigaciones han informado que esto puede atribuirse a la remineralización dental, inhibición de la colonización bacteriana e inhibición de la placa dentobacteriana, todas probablemente relacionadas con numerosas proteínas y péptidos encontrados en la leche como la caseína, lactoferrina, calcio, fósforo y lípidos (8).

El informe conjunto de expertos de la OMS/FAO sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas de 2003 refiere que existen algunos compuestos dentro de la dieta que pueden proteger contra las caries dentales, como la lactosa, un azúcar que produce menos ácido que otros mono y disacáridos y, por ello, con menor potencial cariogénico. Los quesos pueden disminuir la cantidad de bacterias cariogénicas, ya que su alto contenido de calcio y fósforo, caseína y otras proteínas pueden participar en diversos mecanismos cariostáticos. Ciertos tipos de queso interrumpen el desarrollo de caries cuando se ingieren en forma aislada, durante las meriendas o al final de las comidas: los quesos Cheddar, Emmenthal (o Gruyère) y Mozzarella estimulan el flujo salival, por lo que limpian así la cavidad bucal de restos de alimentos y actúan como amortiguadores que neutralizan el medio ácido. El calcio y el fósforo de los quesos también reducen o previenen la disminución del pH de la saliva y promueven la remineralización del esmalte. El lactato de calcio y los ácidos grasos de los quesos también ejercen efectos benéficos en este sentido (9,10).

Los estudios epidemiológicos recientes indican que los niños, adolescentes y adultos con una menor incidencia de caries dentales y periodontitis toman más productos lácteos (leche, queso, yogurt y leches fermentadas) que aquéllos que con más problemas dentales (11,12).

Salud cardiovascular

La hipertensión arterial es un factor de riesgo importante para la enfermedad cardíaca, ataques o apoplejías, enfermedad congestiva del corazón y enfermedad renal. En estudios transversales se ha observado que existe una relación inversa entre el consumo de lácteos y la presión sanguínea sistólica y diastólica, aunque en otros estudios sólo se ha encontrado dicha relación con la presión sistólica. Se ha mostrado que algunos nutrimentos de los productos lácteos -en especial calcio, potasio, magnesio y algunos péptidos- disminuyen la presión sanguínea. El consumo bajo de calcio aumenta la concentración de calcio intracelular que, a su vez, incrementa la concentración de 1,25-dihidroxitamina D₃ y de hormona paratiroidea, lo que provoca un ingreso de calcio a las células del músculo vascular liso y, consecuentemente, una mayor resistencia vascular. Además, los péptidos de los productos lácteos pueden actuar como inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (ECA) y, como consecuencia, del sistema renina-angiotensina, lo que resulta en una vasodilatación. Un creciente número de evidencias muestra que la inclusión de productos lácteos en la dieta mejora la presión sanguínea (13,14).

En el estudio DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*), un análisis clínico de corta duración, se usaron dos patrones dietéticos: uno enfatizaba el consumo de frutas y verduras, y otro adicionalmente productos lácteos bajos en grasa, consumo alto de proteína y fibra y consumo bajo de grasa. Ambas intervenciones redujeron significativamente la presión arterial en hombres y mujeres de diversos grupos étnicos que tenían presión arterial normal o hipertensión arterial grado 1. La dieta DASH tuvo un mucho mayor efecto para reducir la presión arterial que la dieta basada en frutas y verduras, por lo que actualmente es uno de los patrones dietéticos que recomiendan hoy en día las Guías Dietéticas de Estados Unidos de América (15).

Se ha documentado la importancia de limitar el consumo de ácidos grasos saturados en la dieta como una medida preventiva de las enfermedades cardiovasculares. En la Unión Europea la leche y sus derivados son la fuente más importante de ácidos grasos saturados en la mayoría de las dietas; sin embargo, la evidencia epidemiológica sugiere que la leche tiene beneficios cardioprotectores y de otro tipo, por lo que evitar el consumo de lácteos para tratar de alcanzar las recomendaciones de ingestión de ácidos grasos saturados sería contraproducente (16). De lo anterior se desprende que es recomendable, entonces, ingerir las variedades de lácteos bajas en grasa o con composición modificada en lípidos.

Al parecer el efecto del consumo de productos lácteos para prevenir enfermedades o muertes por infarto se acumula desde la infancia (17). En una muestra de niños cuya dieta familiar en los treintas era rica en calcio gracias a la inclusión de productos lácteos y otras fuentes, Van der Pols encontró un menor riesgo de muerte por infarto (e, incluso, por otras causas) en la etapa adulta.

Diabetes mellitus

Cada vez se acumula más evidencia de que existe una relación inversa entre las concentraciones sanguíneas de calcio y vitamina D, la ingestión de productos lácteos y el desarrollo del síndrome de resistencia a la insulina (SRI) y diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Algunos estudios observacionales muestran una

consistente asociación inversa entre la ingestión de lácteos y la prevalencia del SRI y DM2 (18). En una revisión sistemática de la evidencia observada, la probabilidad de desarrollar el SRI fue 0.71 (IC 95%: 0,57-0.89) para la ingestión más alta de lácteos (3-4 raciones/día) vs la ingestión más baja (0.9-1.7 raciones/día). Varios factores metabólicos y dietéticos influyen en el grado en el que los lácteos afectan el SRI; entre los parámetros metabólicos se incluyen la ingestión de calcio y vitamina D, el IMC, la raza y la edad.

Varios estudios han concluido que las dietas que incluyen la ingestión de productos lácteos bajos en grasa, suficientes frutas y verduras, nueces y semillas, productos a base de cereales integrales y menor cantidad de productos de origen animal como carnes roja, aves, huevos y grasas (la dieta DASH) ayudan a prevenir el SRI y la DM2 (19,20).

Anteriormente, algunos estudios apuntaban que el magnesio –abundante en productos lácteos- estaba inversamente asociado con la resistencia a la insulina, la insulina sérica en ayuno y la glucosa. Sin embargo, recientemente se ha observado que la ingestión de importantes cantidades de leche en un período corto incrementa la secreción de insulina y disminuye la resistencia a la insulina, posiblemente porque las proteínas animales aumentan la concentración de aminoácidos de cadena ramificada en sangre (21).

Se ha informado que el ácido linoléico conjugado (CLA) presente en los productos lácteos influye en la expresión de PPAR, un factor de transcripción que intervienen en el metabolismo de la glucosa y los ácidos grasos; y favorece la sensibilidad de los tejidos a la adiponectina, hormona secretada por el tejido adiposo que, a su vez, estimula la sensibilidad de la insulina, aumenta la termogénesis y disminuye las reservas grasas, todo ello provocando una pérdida de peso corporal y un mejor control de la DM2 (22).

Tomando en cuenta todos los beneficios intrínsecos de los productos lácteos en la DM2, la industria alimentaria ha diseñado presentaciones con fibra adicionada que producen una menor respuesta insulínica (23).

Control de peso

El mantenimiento del peso corporal requiere un equilibrio entre ingestión de nutrientes energéticos y gasto energético, de tal forma que un pequeño desequilibrio puede conllevar a cambios significativos en el peso corporal con el paso del tiempo y resultar finalmente en obesidad. El sobrepeso y la obesidad representan hoy en día uno de los mayores problemas de salud pública en el mundo y son factores de riesgo para varias enfermedades crónicas. Desafortunadamente, no existe una fórmula mágica para contrarrestar este problema pero se ha visto que existen algunos alimentos, entre ellos los productos lácteos, que de una u otra forma influyen en los resultados obtenidos cuando se evalúan diferentes tipos de dietas.

La influencia de los productos lácteos en el control de peso no ha dado resultados contundentes; no obstante, en varios estudios poblacionales se ha detectado una relación inversa entre el consumo de productos lácteos y el índice de masa corporal (IMC) (1,24-26). Asimismo, se ha mostrado que el consumo de lácteos disminuye la ganancia de peso. El efecto de los productos lácteos en la pérdida de peso sigue siendo un área controversial de investigación (27); a pesar de esto, se podría considerar que los productos lácteos son un componente importante en las dietas que persiguen un manejo óptimo del peso corporal.

El calcio dietético y los productos lácteos tienen un efecto antiobésico en estudios con animales, observacionales y poblacionales así como en ensayos clínicos aleatorios (28). Existe un fuerte marco teórico para explicar los efectos del calcio dietético en el metabolismo energético: la corrección del consumo

subóptimo de calcio inhibe la respuesta de la hormona paratiroidea (PTH) y calcitriol, que favorece el almacenamiento energético en los adipocitos e inhibe la pérdida de los mismos por la vía de la apoptosis. El calcio dietético, además, se une con los ácidos grasos en el tracto gastrointestinal formando jabones de calcio, evitando su absorción; de este modo, modestamente disminuye la absorción de este nutrimento energético.

El calcio dietético parece ser el responsable de aproximadamente el 50% de la actividad antiobésica de los lácteos, y probablemente las proteínas del suero son las responsables del resto a través de la actividad inhibidora de la ECA y la alta concentración de leucina en el mismo. La leucina contribuye en la redistribución del tejido adiposo hacia el músculo esquelético durante la pérdida de peso, por lo que se conserva el músculo esquelético y se facilita una pérdida acelerada de tejido adiposo cuando se produce el balance negativo de energía en las dietas de reducción de peso.

Una dieta con alto contenido de calcio suprime el estrés oxidativo e inflamatorio inducido por la obesidad, independientemente de su papel en la modulación de la adiposidad; otros componentes de los lácteos ejercen estos mismos efectos.

Estudios como el NHANES III, llevado a cabo en EUA, y el CARDIAS (29), informaron que las personas cuya ingestión de calcio estaba en los cuartiles superiores tenían 85% menos riesgo de desarrollar obesidad comparadas con las del cuartil más bajo de consumo. De la misma manera, en el estudio de Zemel y cols. (30) en el que dividieron a los participantes en tres grupos - uno con poco consumo de calcio, otro con un complemento de carbonato de calcio y el tercero con un consumo de tres raciones de lácteos al día- se encontraron que el grupo que consumía mayor cantidad de lácteos tuvo la mayor pérdida de peso corporal, de tejido adiposo y disminución de la grasa en la región abdominal, seguido del grupo con consumo alto de calcio, por lo que concluye que el calcio tiene un efecto antiobesigénico, pero que la leche tiene otros componentes como el CLA, los aminoácidos de cadena ramificada y otras moléculas que potencian el efecto benéfico para el control de peso y la distribución de tejido adiposo.

Ya se mencionó que existe una asociación positiva entre el consumo de productos lácteos y el mantenimiento de un peso corporal saludable. El calcio, los triglicéridos de cadena media y el CLA son factores que modulan el metabolismo de lípidos y el gasto energético. Sin embargo, los productos lácteos y los componentes de los lácteos como sus proteínas, también son conocidos por suprimir la ingestión de alimentos a corto plazo ya que incrementan la saciedad subjetiva y estimulan los mecanismos conocidos de señalización de saciedad y satisfacción a través de: 1) La fracción de proteínas del suero *per se*, 2) los péptidos bioactivos, 3) la liberación de aminoácidos después de la digestión y 4) Una acción combinada de las proteínas del suero y/o péptidos y/o aminoácidos con otros componentes de la leche (31). Aunado a estas propiedades de los productos lácteos, la práctica de hoy en día de adicionar fibra a la leche y sus derivados como yogurts para beber también ha favorecido el control de peso por suprimir el apetito, potenciar la saciedad y controlar el consumo de alimentos (32).

Cáncer

La alimentación es uno de los muchos factores ambientales cuyo papel en el desarrollo o prevención del cáncer se ha estudiado en forma activa. Se estima que un tercio de todos los casos de cáncer podrían estar relacionados con la alimentación (1). Las investigaciones indican que el consumo excesivo de alcohol y grasas, así como una dieta con alto aporte energético pueden promover el cáncer, mientras que otros

nutrimentos podrían ser protectores en contra de esta enfermedad, incluyendo algunos componentes que se encuentran en forma natural en los productos lácteos.

Se ha informado que el consumo elevado de productos lácteos está asociado con el cáncer no progresivo de próstata (33), sin embargo, un meta-análisis que reunió 26,769 casos de 45 estudios observacionales en esta enfermedad no encontró asociación entre el consumo de productos lácteos y el aumento en el riesgo de cáncer de próstata (34).

A diferencia del cáncer de próstata, se ha documentado ampliamente el efecto protector de los productos lácteos en el cáncer de colon, específicamente relacionado con su contenido de calcio, vitamina D y ácidos grasos conjugados (CLA). El consumo de las recomendaciones de ingestión de calcio y vitamina D, especialmente provenientes de fuentes como los lácteos, es una medida prudente para disminuir el riesgo de cáncer de colon (1); estos nutrimentos, junto con el CLA y algunas proteínas del suero como la lactoferrina y la b- lactoglobulina (que estimulan el sistema inmunológico y en animales tienen un efecto anticancerígeno) pueden ser los responsables del menor riesgo de desarrollar cáncer de mama en mujeres postmenopáusicas (36).

Salud gastrointestinal

El consumo de algunos lácteos, en especial el yogurt y las leches fermentadas que incluyen probióticos y bacterias productoras de ácido láctico como *Lactobacillus acidophilus* y *Lactococcus lactis*, se ha relacionado con algunos beneficios en la intolerancia a la lactosa, estreñimiento, algunos tipos de diarrea, enfermedad inflamatoria intestinal, infección por *Helicobacter pylori* y algunas alergias en niños, entre otras condiciones. La influencia positiva de estos productos lácteos sobre la salud gastrointestinal se debe principalmente a los efectos mediados por la microbiota intestinal, el tránsito colónico y el aumento de las respuestas inmunológicas gastrointestinales innatas y adaptativas (37,38).

Un alto porcentaje de la población adulta suele presentar *mala digestión de lactosa* debido a una menor actividad o deficiencia de lactasa, la enzima que digiere la lactosa o azúcar de la leche; cuando la mala digestión de lactosa se acompaña de síntomas como distensión, flatulencia, dolor abdominal y diarrea se dice que el paciente padece *intolerancia a la lactosa*. La actividad de lactasa tiende a disminuir con la edad y con la alteración del borde de cepillo del duodeno por diversas causas, entre ellas diarrea; presenta una variación racial y a últimas fechas se ha demostrado que está determinada genéticamente (39). El análisis de una gran cantidad de estudios al respecto arrojó globalmente que los pacientes con mala digestión de lactosa pueden llegar a consumir entre 12 y 15 g lactosa, cantidad que se suele encontrar en un vaso de leche (40); sin embargo, en las personas que presentan intolerancia a la lactosa existen tres maneras de afrontarla: a) evitando los lácteos; b) ingiriendo suplementos de lactasa; c) consumiendo leche y lácteos deslactosados.

Conclusiones

Con base en la evidencia actual, es posible que la leche y los productos lácteos, cuando son consumidos en cantidades adecuadas y, principalmente en sus variedades bajas en grasa, tengan un efecto benéfico en la prevención y/o tratamiento de enfermedades crónicas importantes como la hipertensión, la diabetes mellitus y el control de peso. De igual forma, la ingestión de productos lácteos contribuye en la formación de huesos y dientes sanos y su mantenimiento y promueve la salud gastrointestinal a través de productos

lácteos específicos. El papel protector de los lácteos y del calcio ingerido en el desarrollo del cáncer de próstata todavía no está totalmente esclarecido, no así el de éstos y otros componentes de la leche en el cáncer de colon. Una importante parte de la población mundial son malos digestores de lactosa, es decir, no digieren adecuadamente la lactosa (por deficiencia de lactasa genética o racialmente determinada y por alteraciones en la mucosa duodenal); sin embargo, no todos los pacientes son intolerantes a la lactosa, en otras palabras: presentan síntomas tras consumir lácteos. Los productos deslactosados constituyen una importante alternativa para quienes son intolerantes a la lactosa y desean gozar de los beneficios de la leche.

Si se considera que la leche es una fuente importante de nutrimentos como proteínas y péptidos (incluyendo la lactoferrina), calcio, magnesio, potasio y CLA, los profesionales del área de la salud pueden estar seguros que el recomendar el consumo de cantidades adecuadas de productos lácteos (dos a tres porciones al día), de preferencia con bajo contenido de grasa, pueden formar parte de una dieta saludable.

Bibliografía

1. Huth PJ, DiRienzo DB, Miller GD. Major scientific advances with dairy foods in nutrition and health. *J Dairy Sci* 2006, 89:1207-1221.
2. Casanueva E. Nutrición de la mujer adulta. En: *Nutriología médica*. 2ª. Ed. México: Editorial Médica Panamericana, 2001:122-149
3. Heaney RP. Dairy and bone health. *J Am Coll Nutr*. 2009; 28 (Suppl 1): 82S-90S.
4. Guéguen L, Pointillart A. The bioavailability of dietary calcium. *J Am Coll Nutr*. 2000; 19: 119S-136S
5. Ziegler EE, Fomon SJ. Lactose enhances mineral absorption in infancy. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1983;2:288-94.
6. De Santiago S, Halhali A, Frenk S, Bourges H. Calcio y fósforo. En: Bourges R. H, Casanueva E, Rosado JL. (eds). *Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bases fisiológicas*. Tomo 2. México: Editorial Médica Panamericana, 2008:215-230
7. Dawson-Hughes B Invierte en tus huesos. *Bone Appétit*. El papel de la comida y la nutrición en construir y mantener huesos fuertes. International Osteoporosis Foundation, 2006.
8. Merritt J, Qi F, Shi W. Milk helps build strong teeth and promotes oral health. *J Calif Dent Assoc*. 2006 May;34(5):361-6.
9. WHO. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Diet, Nutrition and the Prevention of chronic Diseases. 2003. <http://www.fao.org/DOCREP/005/AC911E/ac911e07.htm#bm07.6>
10. Vaisman B, Martínez MG. Asesoramiento dietético para el control de caries en niños. *Ortodoncia*. ws *Revista Latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría*. http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2004/asesoramiento_dietetico_control_caries.asp (consultada el 30 de marzo de 2010).
11. Aimutis WR. Bioactive Properties of Milk Proteins with Particular Focus on Anticariogenesis. *J. Nutr* 2004; 134: 989S-995S.
12. Al-Zahrani MS. Increased intake of dairy products is related to lower periodontitis prevalence. *J*

Periodontol. 2006; 77: 289-294

13. Kris-Etherton PM, Grieger JA, Hilpert KF, West SG. Milk products, dietary patterns and blood pressure management. *J Am Coll Nutr.* 2009; 28 (Suppl 1):103S-119S.
14. Saito T. Antihypertensive peptides derived from bovine casein and whey proteins. *Adv Exp Med Biol.* 2008; 606:295-317.
15. Rivera JA, Muñoz-Hernández O, Rosas-Peralta M, Aguilar-Salinas CA, Popkin BM, Willett WC. Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *Salud Pública Méx* 2008;50: 172-193.
16. Givens DI. Session 4: Challenges facing the food industry in innovating for health impact on CVD risk of modifying milk fat to decrease intake of SFA and increase intake of cis-MUFA. *Proc Nutr Soc* 2008; 67: 419-427.
17. Van der Pols JC, Gunnell D, Williams GM, Holly JM, Bain C, Martin RM. Childhood dairy and calcium intake and cardiovascular mortality in adulthood: 65-year follow-up of the Boyd Orr cohort. *Heart* 2009; 95:1600-1606.
18. Tremblay A, Gilbert JA. Milk products, insulin resistance syndrome and type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr* 2009; 28 (Suppl 1): 91S-102S.
19. Liese AD, Nichols M, Sun X, Dágostino RB Jr, Haffner SM. Adherence to the DASH Diet is inversely associated with incidence of type 2 diabetes: the insulin resistance atherosclerosis study. *Diabetes Care.* 2009; 32:1434-1436.
20. Choi HK, Willett WC, Stampfer MJ, Rimm E, Hu FB. Dairy consumption and risk of type 2 diabetes mellitus in men: a prospective study. *Arch Intern Med* 2005; 165: 997-1003.
21. Azadbakht L, Mirmiran P, Esmailzadeh A, Azizi F. Dairy consumption is inversely associated with the prevalence of the metabolic syndrome in Tehranian adults. *Am J Clin Nutr* 2005; 82:523-30
22. Sailas B, Friedrich S. Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits. *Nutr Metab* 2009, 6: 36.
23. Lummela N, Kekkonen RA, Jauhiainen T, Pilvi TK, Tuure T, Järvenpää S, Eriksson JG, Korpela R. Effects of a fibre-enriched milk drink on insulin and glucose levels in healthy subjects. *Nutr J.* 2009 Oct 1; 8:45.
24. Mirmiran P, Esmailzadeh A, Azizi F: Dairy consumption and body mass index: an inverse relationship. *Int J Obes* 2005, 29:115-121.
25. Marques-Vidal P, Goncalves A, Dias CM: Milk intake is inversely related to obesity in men and in young women: data from the Portuguese Health Interview Survey 1998-1999. *Int J Obes* 2006, 30:88-93
26. Eagan MS, Lyle RM, Gunther CW, Peacock M, Teegarden D: Effects of 1-year dairy product intervention on fat mass in young women: 6-month follow-up. *Obesity* 2006, 14: 2242-2248.
27. Lanou AJ, Barnard ND: Dairy and weight loss hypothesis: an evaluation of the clinical trials. *Nutr Rev* 2008, 66:272-9.

28. Zemel MB. Proposed role of calcium and dairy food components in weight management and metabolic health. *Phys Sportsmed*. 2009; 37: 29-39.
29. Pereira MA, Jacobs DR Jr, Van Horn L, Slattery ML, Kartashov AI, Ludwig DS. Dairy consumption, obesity, and the insulin resistance syndrome in young adults: the CARDIA Study. *JAMA* 2002;287:2081–2089.
30. Zemel MB, Thompson W, Milstead A, Morris K, Campbell P. Calcium and dairy acceleration of weight and fat loss during energy restriction in obese adults. *Obes Res* 2004;12:582–590.
31. Luhovyy BL, Akhavan T, Anderson GH. Whey proteins in the regulation of food intake and satiety. *J Am Coll Nutr* 2007; 26: 704S–712S
32. Perrigue MM, Monsivais P, Drewnowski A. Added soluble fiber enhances the satiating power of low-energy-density liquid yogurts. *J Am Diet Assoc*. 2009; 109: 1862-1868.
33. Ahn J, Albanes D, Peters U, Schatzkin A, Lim U, Freedman M, Chatterjee N, Andriole GI, Leitzman MF, Haves RB. Dairy products, calcium intake, and risk of prostate cancer in the prostate, lung, colorectal, and ovarian cancer screening trial. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2007;16:2623-2630.
34. Huncharek M, Muscat J, Kupelnick B. Dairy products, dietary calcium and vitamin D intake as risk factors for prostate cancer: A meta-analysis of 26,769 cases from 45 observational studies. *Nutr Cancer* 2008; 60:421-441.
35. Marshall K. Therapeutic applications of whey protein. *Altern Med Rev* 2004; 9:136-156.
36. McCullough ML, Rodríguez C, Diver WR, Feigelson HS, Stevens VL, Thun Mj, Calle EE. Dairy, calcium, and vitamin D intake and postmenopausal breast cancer risk in the Cancer Prevention Study II Nutrition Cohort.. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005 14: 2898-2904.
37. Oskar Adolfsson O, Meydani SN, Russell RM. Yogurt and gut function. *Am J Clin Nutr*. 2004; 80:245-256.
38. De Vrese M, Schrezenmeir J. Probiotics, prebiotics, and synbiotics. *Adv Biochem Eng Biotechnol*. 2008;111:1-66.
39. Mattar R, Mazo DF. Lactose intolerance: changing paradigms due to molecular biology. *Rev Assoc Med Bras* 2010; 56: 230-236.
40. Shaukat A, Levitt MD, Taylor BC, MacDonald R, Shamlivan TA, Kane RL, Witt TJ. Systematic review: effective management strategies for lactose intolerance. *Ann Intern Med* 2010;152: 797-803.

14. ALIMENTOS E INGREDIENTES FUNCIONALES

DERIVADOS DE LA LECHE

Dra. Judith Jiménez Guzmán

Dr. Mariano García Garibay

En años recientes la sociedad se ha hecho cada vez más consciente de la estrecha relación que existe entre dieta y salud, por lo que además de la importancia que implica el seguimiento y conocimiento de una dieta correcta, se ha dado importancia a la potencialidad de algunos alimentos en la promoción de la salud, que puedan mejorar el bienestar físico y reducir el riesgo de contraer enfermedades. El concepto de “nutrición adecuada”, se sustituye por “nutrición óptima”, donde se incorporan los alimentos funcionales.

Los alimentos funcionales se definen como “los alimentos y componentes alimentarios que, tomados como parte de la dieta, proporcionan beneficios más allá de los valores nutricionales tradicionales, bien sea mejorando una función del organismo o reduciendo el riesgo de enfermedad” (1). Un alimento puede ser considerado como funcional cuando se demuestra de manera satisfactoria que afecta de forma benéfica a alguna actividad o función fisiológica, tomando en cuenta que este efecto va más allá de un efecto nutricional (2).

Dentro del mundo de los alimentos funcionales, una de las áreas de mayor interés se relaciona con la leche y los productos lácteos. Muchos de los productos lácteos tradicionales poseen actividad fisiológica. Está característica de ir más de allá de un efecto nutrimental ordinario podría ser atribuida a una gran variedad de los constituyentes de la leche como algunas proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, hidratos de carbono e incluso algunos derivados de éstos (3). Ciertos constituyentes o derivados se utilizan actualmente en productos comerciales nutracéuticos con muy buena aceptación por parte de los consumidores.

Proteínas y péptidos

La fracción proteínica de la leche contiene un gran número de compuestos biológicamente activos (4). Además de las proteínas de la leche, caseínas y proteínas del suero, existen también pequeñas cantidades de otras proteínas y péptidos. Estos péptidos se encuentran inactivos dentro de la secuencia de la proteína precursora y pueden ser liberados a través de la hidrólisis con: a) enzimas digestivas (durante el proceso digestivo), b) microorganismos proteolíticos (por ejemplo durante la fermentación para hacer quesos o leches fermentadas) y, c) enzimas proteolíticas derivadas de microorganismos o plantas. Una vez que activados, estos péptidos son potentes moduladores de muchos procesos regulatorios de los sistemas vivos (5).

La liberación de secuencias peptídicas da lugar a péptidos bioactivos que pueden brindar al individuo que los consume un impacto positivo en las condiciones o funciones del cuerpo, por lo que se considera que pueden tener una influencia en la salud.

De todas las proteínas presentes en la leche, la caseína parece ser la mejor fuente de este tipo de péptidos, aunque también se han encontrado fragmentos peptídicos con actividad biológica provenientes de las proteínas del suero.

Los péptidos bioactivos derivados de la leche se han clasificado, de acuerdo a su actividad específica en el cuerpo humano, en péptidos antimicrobianos, inmunomoduladores, antitrombóticos, antihipertensivos (inhibidores de la ECA), acarreadores de minerales y opioides (6,7).

Funcionalidad de los péptidos bioactivos

Péptidos antimicrobianos e inmunomoduladores: se han descubierto varios péptidos que ejercen un efecto protector sobre el organismo al potenciar el sistema inmune o ejercer un efecto antimicrobiano. El funcionamiento de dichos péptidos es muy similar al de algunas proteínas de la leche, ya que quelan minerales indispensables para el crecimiento de los microorganismos patógenos, impidiendo su crecimiento; o bien atacan sus paredes celulares, causando la muerte de microorganismos contaminantes; también pueden actuar estimulando la respuesta inmune del organismo ante las infecciones, acortando la duración de los cuadros infecciosos.

De los péptidos antimicrobianos que han sido identificados en varias proteínas de la leche, el más estudiado es la lactoferrina, que actúa tanto contra microorganismos Gram (+) como Gram (-) y que puede ser derivada tanto de la leche de vaca como de la leche humana. Además, se han identificado gran cantidad de péptidos antibacteriales de la α_{s1} -caseína y α_{s2} -caseína, que han mostrado ejercer una actividad antimicrobiana contra bacterias Gram (+) y Gram (-) como *Escherichia*, *Helicobacter*, *Listeria*, *Salmonella* y *Staphylococcus*, levaduras y filamentos fúngicos causantes de una variedad de enfermedades gastrointestinales (5).

De acuerdo a Gill y cols., los hidrolizados de proteínas y derivados peptídicos de la caseína y de las proteínas del suero de la leche pueden mejorar las funciones de inmunidad celular a través de la proliferación de linfocitos, estimulación de la síntesis de anticuerpos y regulación de citoquinas. Además, se ha encontrado que los péptidos que son liberados durante la fermentación de la leche por acción del ácido láctico pueden modular la proliferación de linfocitos humanos y estimular la actividad fagocítica de los macrófagos.

Adicionalmente, los péptidos inmunomoduladores formados durante la fermentación de la leche tienen un efecto antitumoral, mismo que se ha corroborado en gran cantidad de estudios con leches fermentadas (8).

Péptidos antihipertensivos: la hipertensión arterial es un proceso en el cual intervienen una gran variedad de factores, por lo que los péptidos que ejercen una actividad antihipertensiva pueden actuar de forma muy diversa, siendo la inhibición de la ECA el mecanismo de acción más estudiado. Esta enzima es responsable de la producción de péptidos vasoconstrictores como respuesta a altas concentraciones de adrenalina, por lo que su inhibición evita el aumento de la presión arterial asociado con el estrés.

Los péptidos antihipertensivos más estudiados son los provenientes de las proteínas de la leche principalmente, de las caseínas aunque también han sido encontrados en hidrolizados de proteínas del suero. Los fragmentos de las caseínas que presentan un efecto antihipertensivo se denominan como casoquininas y a los obtenidos a partir del suero de leche se les denomina lactoquininas (8). Para el estudio de la actividad antihipertensiva se compara el efecto de los péptidos derivados de las proteínas de la leche con diferentes fármacos usados en el control de la presión arterial. En algunos estudios se ha demostrado que los péptidos antihipertensivos tienen un efecto similar al del captopril, difiriendo únicamente en la dosis requerida para obtener el efecto.

Peptidos antitrombóticos: en los últimos años se ha estudiado la similitud existente entre algunas secuencias peptídicas de la κ -caseína y la cadena γ del fibrinógeno α , β y γ . Las fracciones peptídicas derivadas de la κ -caseína, también conocidas como casoplatelinas, actúan como inhibidores del proceso de la agregación de las plaquetas y de la unión que se da entre la cadena γ del fibrinógeno humano y el receptor específico que se encuentra en la membrana de las plaquetas (9,10).

Péptidos acarreadores de minerales: en las últimas dos décadas se han realizado un gran número de investigaciones relacionadas con este tipo de péptidos. Estos fragmentos peptídicos tienen la capacidad de ligar diversos minerales como el calcio, el hierro, el magnesio y el cobre, que son indispensables en muchas de las funciones del organismo humano. Los caseinofosfopéptidos que forman parte de este grupo de péptidos y son producto de la fosforilación de la caseína en la glándula mamaria durante la biosíntesis de la leche, han sido considerados benéficos en la prevención de osteoporosis, caries dentales, hipertensión y anemia. Por sus cualidades, tienen usos potenciales como ingredientes de los “alimentos funcionales” o en suplementos alimenticios (principalmente los que contienen calcio, magnesio y hierro)(11).

Péptidos opioides: estos péptidos se unen a los receptores en el lumen intestinal y actúan como moduladores exógenos de la motilidad gastrointestinal, permeabilidad intestinal y liberación de hormonas intestinales. Entre estos péptidos se encuentran péptidos de 4 y 10 aminoácidos derivados de la κ , α y β caseínas (5).

Péptidos con otras actividades: en la leche se han encontrado péptidos que muestran tener otras actividades biológicas (6); entre ellos se mencionan a los:

- **Péptidos antioxidantes:** en estudios recientes se ha demostrado que pueden liberarse péptidos con propiedades antioxidantes a partir de la hidrólisis de la caseína con enzimas digestivas y con bacterias acidolácticas proteolíticas en productos fermentados (12).
- **Péptidos citomoduladores:** varios estudios citoquímicos han demostrado que existe suficiente evidencia de una posible acción de los péptidos derivados de la leche como mensajeros específicos que pueden disminuir la viabilidad de las células cancerígenas. Se ha observado que algunos péptidos obtenidos de un extracto liofilizado de queso Gouda pueden inhibir la proliferación de las células de la leucemia, aún en concentraciones tan bajas como 1 pmol/LI(13).

Lípidos

Hoy en día, las recomendaciones dietarias reconocen la contribución de los lácteos en una dieta saludable. Sin embargo, frecuentemente se incita a un uso preferencial de las versiones bajas en grasa o descremadas. La principal razón para este mensaje a los consumidores es la cantidad relativamente alta de ácidos grasos saturados en la grasa butírica y su supuesto impacto en el riesgo de desarrollar algunas enfermedades crónicas (Joint FAO/WHO Expert Consultation, 2003). Sin embargo, recientes investigaciones han puesto en duda estas aseveraciones, ya que han descrito funciones importantes de algunos lípidos de la grasa butírica que son indispensables para mantener la salud del organismo humano.

La fracción lipídica de la leche o grasa butírica se compone de una gran variedad de lípidos compuesta principalmente de triglicéridos que contienen ácidos grasos como el ácido butírico y ácidos grasos de cadena corta y mediana, ácido linoleico conjugado (ACL o CLA) y ácido vaccénico, ácidos linolénicos conjugados (CLnA), ácidos grasos poliinsaturados ω -3 y ω -6; además de fosfolípidos, carotenos y vitaminas solubles.

Estudios recientes han demostrado que el ácido butírico (componente casi exclusivo de la grasa butírica) y varios ácidos grasos de cadena corta y mediana pueden ejercer un efecto bactericida en algunas bacterias patógenas, por lo que participan en la prevención de infecciones intestinales. Además, estudios epidemiológicos han demostrado su efectividad en la disminución e incidencia de asma y otras alergias, probablemente debido a un efecto modulador del sistema inmune. El ácido butírico en particular ha sido probado como un eficiente anticancerígeno en colon, hígado, próstata y glándula mamaria debido a la inhibición de actividad de la enzima ciclooxigenasa (COX-2), asociada a estos tipos de cáncer, además de que puede inhibir la proliferación de células cancerosas disminuyendo el crecimiento de tumores. Más aún, se ha demostrado que el ácido butírico puede presentar un efecto sinérgico con el resveratrol, que es un polifenol contenido en el vino tinto, reduciendo la proliferación de células cancerosas. Este ácido graso presenta además un importante efecto antiinflamatorio e inmunomodulador.

Uno de los ácidos grasos más estudiados de la grasa butírica es el ácido linoléico conjugado (CLA). Un importante volumen de literatura científica sugiere sus potentes actividades bioquímicas y fisiológicas que benefician la salud humana, como su importante efecto antioxidante que evita el daño por diferentes radicales libres (como los contenidos en el humo del cigarro, algunos compuestos nitrosados de los embutidos o bien diferentes contaminantes ambientales) a nivel celular, por lo que se considera un compuesto anticarcinogénico. Este ácido graso es, además, muy importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares, pues tiene efecto en la reducción de colesterol sérico total, LDL y triglicéridos y en el aumento de HDL. Se ha demostrado, además, que es efectivo en la reducción de lesiones arteroescleróticas, posee propiedades antiinflamatorias debido a la regulación de genes proinflamatorios y puede ayudar a mejorar el metabolismo hepático de lípidos, favoreciendo de esta forma la reducción de grasa corporal y el incremento de masa magra (ver capítulo 13). Como otros ácidos grasos contenidos en la leche, tiene un importante efecto inmunomodulador, por lo que ayuda a la respuesta sistémica contra las infecciones.

Además, el CLA ha sido muy estudiado por sus efectos en la prevención de cáncer, principalmente de mama y próstata, aunque también se ha demostrado que es efectivo contra el cáncer de colon, pulmón, vejiga, hígado y leucemia. Se ha demostrado que el suministro de 0.5, 1.0 y 1.5 g CLA/100 g peso corporal disminuyen un 32, 56 y 60% la incidencia del cáncer de mama en ratas, así como la multiplicidad de tumores y tamaño tumoral. Otros estudios efectuados en células cancerosas humanas han demostrado la inhibición del crecimiento y metástasis de tejidos cancerosos de próstata y mama trasplantados en ratas. Un estudio epidemiológico realizado en Suecia en 2005 demostró que el alto consumo de CLA y alto consumo de productos lácteos con alto contenido de grasa disminuyó la incidencia de cáncer colorrectal.

Es importante mencionar que estos estudios se han realizado suministrando tanto CLA puro como en la grasa butírica (mantequilla adicionada), misma que se ha demostrado ser la mejor fuente existente de este tipo de ácidos grasos. Algunas teorías que tratan de explicar el efecto anticarcinógeno del CLA mencionan que éste parte de su acumulación en las grasas neutras de los tejidos; es así como ejerce efecto protector en las glándulas mamarias, ricas en tejido adiposo.

Con respecto al cáncer de mama, se ha demostrado que el suministro de CLA durante la etapa de desarrollo de la glándula mamaria (adolescencia) ejerce efecto protector a largo plazo, aún cuando se deje de consumir este ácido graso; sin embargo, se requiere un suministro permanente de CLA en la edad adulta para ejercer protección contra este tipo de cáncer.

Otros lípidos contenidos en la grasa butírica ejercen también efectos benéficos en la salud del consumidor. Entre éstos se encuentran los fosfolípidos como la lecitina, colina y esfingolípidos. La lecitina ayuda en la disminución de las concentraciones de colesterol sanguíneo, además de ejercer un efecto protector contra el daño en la mucosa gastrointestinal y probablemente contra la cirrosis hepática. La colina, por su parte, facilita la conversión de la homocisteína a metionina a través de la oxidación reversible de la biotina, lo cual se traduce en la reducción de riesgo de enfermedades cardiovasculares. Por su efecto protector,

disminuye además incidencia de hepatocarcinoma provocado por aflatoxina B₁. Los esfingolípidos (esfingomielina) han demostrado ser fuertes supresores de cáncer de colon, además de reducir la fracción de colesterol LDL-colesterol y la absorción de colesterol. La esfingomielina, además, previene también la adhesión de patógenos y tiene un efecto bactericida, por lo que favorece la salud gastrointestinal. Muchos de los posibles mecanismos de protección que ejercen los fosfolípidos se deben a la modulación de la proliferación y regeneración celular, además de auxiliar en los mecanismos de reparación del DNA, metilación y eliminación de carcinógenos y en la regulación de la lipoperoxidación y el daño mediado por radicales libres (14).

Hidratos de carbono

La lactosa es un disacárido que se encuentra exclusivamente en la leche de los mamíferos. Tiene una gran variedad de aplicaciones como componente de alimentos y en preparaciones comerciales. Debido a la deficiencia de lactasa en muchas poblaciones, se ha recomendado disminuir su consumo casi en todo el mundo. Sin embargo, estas recomendaciones podrían considerarse injustificadas ya que aún en la total ausencia de lactasa, el consumo de un volumen nutricional importante de leche (correspondiente a una taza u 11 g lactosa) es bien tolerado si se distribuye a lo largo de todo el día y se combina con otros alimentos.

La lactosa tiene un poder edulcorante relativamente bajo, aunque afortunadamente un bajo índice glucémico. Ejerce propiedades parecidas a la fibra dietética en cuanto a los efectos causados por su fermentación, de tal forma que en algunos casos puede actuar como prebiótico (15). El consumo de este azúcar mejora la absorción de calcio y magnesio, minerales indispensables para el desarrollo de huesos y dientes. Debido a que no es fermentada por cualquier tipo de microorganismos, la lactosa presenta una baja cariogenicidad en comparación con otros carbohidratos simples.

Algunos derivados de la lactosa como la lactulosa, el lactitol y los galactooligosacáridos (GOS) tienen importantes aplicaciones en la industria de alimentos y farmacéutica como parte de preparaciones prebióticas para promover la salud intestinal. Los GOS son resistentes a las enzimas digestivas y actúan como prebióticos. Se usan con gran éxito como ingredientes bifidogénicos en fórmulas infantiles. Los GOS tienen un sabor dulce y aportan poca energía (aproximadamente 2 Kcal/g), por lo que sus aplicaciones en una gran variedad de alimentos como fórmulas infantiles, confitería, gomas de mascar, yoghurt, helado y productos horneados han ido en aumento constantemente. Al igual que la lactosa no digerida, estos compuestos mejoran la absorción intestinal de calcio y magnesio. Otros derivados de la lactosa como la tagatosa y el ácido lactobiónico tienen aplicaciones potenciales como ingredientes bioactivos de los alimentos.

Probióticos y prebióticos

Hace casi un siglo, Ellie Metchnikoff observó que en Bulgaria un número increíble de personas vivían más de 100 años, hecho que relacionó con el gran consumo de bacterias en las leches fermentadas como una forma de modular la microbiota intestinal y así evitar enfermedades y alargar la vida de la gente. Desde entonces, la ciencia ha trabajado para conocer más sobre dichas bacterias, hoy llamadas “probióticos”.

Actualmente el mercado de los probióticos y de los prebióticos incluye leche y productos lácteos. Los probióticos y/o prebióticos se agregan a algunas leches, bebidas lácteas y leches fermentadas.

Prebióticos: son ingredientes no digeribles de la dieta (principalmente carbohidratos), que producen efectos benéficos al estimular selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o más tipos de bacterias en el colon, las que tienen a su vez la propiedad de elevar el potencial de salud del huésped (16). Son fundamentalmente fructo y galactooligosacáridos.

Para que un ingrediente alimenticio sea clasificado como prebiótico debe cumplir, según Gibson (1999), los siguientes requisitos:

- No debe ser hidrolizado ni absorbido en la parte anterior del tracto gastrointestinal.
- Constituir un sustrato selectivo para una o un número limitado de bacterias comensales beneficiosas del colon, estimulando su crecimiento y/o metabolismo.
- Modificar la composición de la microbiota del colon, facilitando el desarrollo de especies beneficiosas.
- Inducir efectos en lumen o sistémicos que sean beneficiosos para la salud del individuo que los consume (17).

La lactosa y muchos de sus derivados (lactulosa, galactooligosacáridos, tagatosa y ácido lactobiónico) son fuentes de prebióticos que aportan energía para el intestino y para la microecología intestinal, además de que regulan la producción de polisacáridos extracelulares de las bacterias lácticas.

Los principales beneficios que los prebióticos ejercen en la salud son (16,17):

1. Mayor resistencia a microorganismos patógenos.
2. Mejoramiento de la función intestinal.
3. Prevención del cáncer de colon.
4. Disminución de lípidos séricos.
5. Mejoramiento de la biodisponibilidad del calcio.
6. Mejoramiento de los síntomas en la menopausia

Además, tienen importantes beneficios en enfermedades cardiovasculares asociadas a dislipidemia, en la obesidad, en la resistencia a la insulina, y probablemente en la diabetes tipo 2.

Existen en el mercado diferentes productos a los que se han adicionado prebióticos, como la leche adicionada con fibra soluble y los yoghurts adicionados con oligosacáridos o inulina (18).

Probióticos: son definidos como “microorganismos vivos que cuando son administrados al huésped en cantidades adecuadas confieren beneficios a la salud del huésped”. El hombre ha ingerido los probióticos presentes en leches fermentadas por cientos de años, impulsado por su creencia en que se relacionaban con beneficios para su salud (19,20).

Los componentes más frecuentes de los elementos probióticos son bacterias lácticas del tipo lactobacilos o bifidobacterias.

Las características que debe cumplir un probiótico a fin de ser suplementado a través de alimentos son las siguientes (19):

- La cepa debe ser preferentemente de origen humano.
- Debe tener estabilidad ante ácidos y sales biliares para garantizar su supervivencia en el tracto gastrointestinal.
- Debe tener estabilidad frente a enzimas proteolíticas.
- Debe ser capaz de adherirse a las superficies epiteliales del intestino.
- Debe ser capaz de colonizar el tracto gastrointestinal humano.
- Debe producir componentes antimicrobianos.
- Debe ejercer un antagonismo frente a bacterias patógenas.
- Tener un efecto benéfico en la salud, clínicamente demostrado.
- Debe permanecer vivo y estable durante el proceso y almacenamiento de los alimentos.
- Debe cumplir con una seguridad demostrada en alimentos y en uso clínico.
- Debe aportar propiedades organolépticas aceptables, o no modificar las del producto original en forma inaceptable.

Los prebióticos tienen esencialmente la misma finalidad que los probióticos, es decir mejorar la salud del huésped mediante la modulación de la flora intestinal, aunque utilizando un mecanismo diferente. Sin embargo, hay algunos casos en que los prebióticos pueden ser beneficiosos para los probióticos, especialmente en lo que concierne a las bifidobacterias: es lo que se entiende por simbiosis. La simbiosis se define como la “mezcla de probióticos y prebióticos que afecta beneficiosamente al huésped mejorando la supervivencia y la implantación de suplementos dietéticos a base de microbios vivos en el aparato digestivo del huésped”.

Los prebióticos afectan las bacterias intestinales aumentando el número de bacterias probióticas beneficiosas y disminuyendo la población de microorganismos potencialmente patógenos. Los probióticos afectan el ecosistema intestinal al estimular los mecanismos inmunitarios de la mucosa y los mecanismos no inmunitarios a través de un antagonismo por competencia con los patógenos potenciales. Se piensa que estos mecanismos son los que median los efectos benéficos con los que han sido relacionados los probióticos incluyendo la reducción de la incidencia grave de diarrea, que es uno de los más ampliamente reconocidos (21).

Los probióticos están dirigidos a ayudar a la microbiota intestinal que se aloja en el organismo naturalmente. Se han utilizado algunos preparados de probióticos para evitar la diarrea provocada por antibióticos. Hay estudios que documentan que los efectos probióticos en una serie de trastornos intestinales, y extraintestinales incluyendo la enfermedad inflamatoria intestinal, el síndrome de intestino irritable, las infecciones vaginales y las alteraciones de la inmunidad. Sin embargo la evidencia clínica más fuerte a favor de estos productos está relacionada con su uso en mejorar la salud del intestino y estimular la función inmunitaria.

Conclusiones

Los alimentos funcionales son “alimentos y componentes alimentarios que, tomados como parte de la dieta, mejoran una función del organismo o reducen el riesgo de enfermedad”. Una de las áreas de mayor interés en los alimentos funcionales se relaciona con la leche y los productos lácteos. Muchos de los productos lácteos tradicionales poseen actividad fisiológica atribuible a diferentes constituyentes de la leche (proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, hidratos de carbono y algunos derivados de éstos).

Los péptidos bioactivos de la leche se clasifican en péptidos antimicrobianos, inmunomoduladores, antitrombóticos, antihipertensivos (inhibidores de la ECA), acarreadores de minerales y opioides.

Se han descrito funciones importantes de algunos lípidos de la grasa butírica indispensables para mantener la salud del organismo humano. La fracción lipídica de la leche o grasa butírica se compone de ácido butírico y ácidos grasos de cadena corta y mediana, ácido linoleico conjugado (CLA) y ácido vaccénico, ácidos linolénicos conjugados (CLnA), ácidos grasos poliinsaturados ω -3 y ω -6; además de fosfolípidos, carotenos y vitaminas solubles.

El ácido butírico y varios ácidos grasos de cadena corta y mediana actúan como bactericidas, disminuyen la incidencia de asma y otras alergias y funcionan como anticancerígeno por inhibición de actividad de la enzima ciclooxigenasa (COX-2). El CLA es un antioxidante, previene la enfermedad cardiovascular (reduce el colesterol sérico total, LDL y triglicéridos y aumenta el HDL); es antiinflamatorio, mejora el metabolismo hepático de lípidos, favoreciendo de esta forma la reducción de grasa corporal y el incremento de masa magra y tiene actividad anticarcinogénica.

La lecitina disminuye el colesterol sanguíneo. La colina facilita la conversión de la homocisteína a metionina, reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Los esfingolípidos (esfingomielina) reducen la fracción de colesterol LDL-colesterol y la absorción de colesterol, previene la adhesión de patógenos y tiene un efecto bactericida, por lo que favorece la salud gastrointestinal.

La lactosa mejora la absorción de calcio y magnesio y tiene baja cariogenicidad en comparación con otros carbohidratos simples.

Los prebióticos: son ingredientes no digeribles de la dieta (principalmente carbohidratos), que producen efectos benéficos al estimular selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o más tipos de bacterias en el colon, las que tienen a su vez la propiedad de elevar el potencial de salud del huésped. Son fundamentalmente fructo y galactooligosacáridos. Los principales beneficios que ejercen en la salud son: a) Mayor resistencia a microorganismos patógenos; b) Mejoramiento de la función intestinal; c) Prevención del cáncer de colon; d) Disminución de lípidos séricos; e) Mejoramiento de la biodisponibilidad del calcio; f) Mejoramiento de los síntomas en la menopausia.

Los probióticos son definidos como “microorganismos vivos que cuando son administrados al huésped en cantidades adecuadas confieren beneficios a la salud del huésped”. Los componentes más frecuentes de los elementos probióticos son bacterias lácticas del tipo lactobacilos o bifidobacterias.

Bibliografía

1. Aleixandre A, Miguel M, Muguerza B. Péptidos antihipertensivos derivados de proteínas de leche y huevo. *Nutr. Hosp* 2008; 23: 313-318.
2. Silva-Hernández E, Verdalet-Guzmán I. Revisión: Alimentos e ingredientes funcionales derivados de la leche. *Arch Latinoam Nut*: 2003; 53: 4.
3. Steijns JM. Dairy products and health: Focus on their constituents or on the matrix? *Int Dairy J* 2008; 18: 425–435.
4. Baró L, Jiménez-Férez A y col. Péptidos y proteínas de la leche con propiedades funcionales. *Ars Pharmaceutica* 2001;42:3-4.
5. Korhonen H, Pihlanto A. Bioactive peptides: production and functionality. *Int Dairy J* 2006; 16: 945-960.
6. Matar C, LeBlanc JG. Biologically active peptides released in fermented milk. Role and functions. En: ER Farnworth (ed.). *Handbook of fermented functional foods. functional foods and nutraceutical series*. CRC Press. Florida, 2001.
7. Fiat M, Migliore-Samour D, Jollès P, Drouet L, Bal dit Sollier C, Caen J. Biologically active peptides from milk proteins with emphasis on two examples concerning antithrombotic and immunomodulating activities. *J Dairy Sci* 1993; 76: 301-310.
8. Meisel H. Bioactive peptides from milk proteins: a perspective for consumers and producers. *Austral J Dairy Technol* 2001: 56: 83-92.
9. Meisel H. Biochemical properties of bioactive peptides derived from milk proteins: potential nutraceuticals for food and pharmaceutical applications. *Livestock Prod Sci* 1997; 50: 125-138.
10. Chabance B, Marteau P, Rambaud C, Migliore-Samour D, Boynard M, Perrotin P, Guillet R, Jolles P, Fiat M. Casein peptide release and passage to the blood in humans during digestion of milk and yoghurt. *Biochimie* 1998; 80: 155-165.
11. Korhonen H, Pihlanto A. Food-derived bioactive peptides – opportunities for designing Future Foods. *Curr Pharmac Des* 2003; 9:1297-1308.
12. Meisel H, Fitzgerald R. Opioid peptides encrypted in intact milk protein sequences. *Br J Nutr* 2000; 84: S27-S31.
13. Scientific concepts of functional foods in Europe consensus document. 1999. *Br J Nutr* 1999; 81:S1-S27.

14. Parodi PW. Nutritional significance of milk lipids. En: PF Fox, PLH McSweeney (eds): Advanced dairy chemistry (vol. 2: Lipids). 3ª ed. Springer Science and Business Media, Inc. USA, 2006.
15. Schaafsma G. Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition. Int Dairy J 2008; 18: 458–465.
16. Pérez-Conesa D. y col. Prebióticos en la nutrición humana. Anal Vet. (Murcia) 2004; 20: 5-20.
17. Sarkar S. Potential of prebiotic as functional foods-a review. NFS 2007; 37(3): 168-177.
18. Valdés Martínez SE. ¿Qué productos lácteos hay en el mercado. ¿Qué exige el consumidor actual? Tendencias y recomendaciones. Documento presentado en el 9º Congreso Panamericano de la leche 2006.
19. FAO/WHO Guidelines for the evaluation of probiotics in food. 2002.
20. Consulta de Expertos FAO/OMS sobre evaluación de las propiedades saludables y nutricionales de los probióticos en los alimentos, incluida la leche en polvo con bacterias vivas *del* ácido láctico. 1-4 de octubre de 2001
21. Organización Mundial de Gastroenterología Guías Prácticas: Probióticos y Prebióticos. 2008.

ANEXO

Secretaría de Economía

NOM-002-SCFI-1993: Productos pre envasados contenido neto tolerancias y métodos de verificación.
Publicada el 12 de septiembre de 1985

NOM-008-SCFI-2002: Sistema General de Unidades de Medida.
Publicada el 23 de mayo del 2001

NOM-030-SCFI-1993: Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta-Especificaciones.
Publicada el 29 de octubre del 2003

NOM-155-SCFI-2003: Leche, fórmula láctea y producto lácteo combinado. Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
Publicada el 12 de septiembre del 2003

NOM-051-SCFI-2010: Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas pre envasados.
Publicada el 5 de abril de 2010

Secretaría de Salud

NOM-093-SSA1-1994: Bienes y servicios Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos.
Publicada el 29 de julio de 1994

NOM-086-SSA1-1994: Bienes y Servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
Publicada el 26 de junio de 1996

NOM-131-SSA1-1995: Bienes y servicios. Alimentos para lactantes y niños de corta edad. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales.
Publicada el 17 de diciembre de 1997

NOM-043-SSA2-2005: Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.
Publicada el 18 de octubre del 2004

NOM-243-SSA1-2010: Bienes y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
Publicada el 27 de septiembre de 2010

Glosario de términos

Acido graso: biomolécula orgánica soluble en grasa formada por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de número par de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un grupo carboxilo (-COOH). Generalmente se encuentran esterificados (unidos al glicerol) formando triacilglicéridos.

Acido graso saturado: ácido graso sin dobles enlaces entre carbonos; tienden a formar cadenas extendidas y ser sólidos a temperatura ambiente, excepto los de cadena corta.

Acido graso insaturado: ácido graso con dobles enlaces entre carbonos; suelen ser líquidos a temperatura ambiente.

Acido graso monoinsaturado: ácido graso insaturado con un solo enlace.

Acido graso poliinsaturado: ácido graso insaturado con varios dobles enlaces.

Acido graso conjugado: los ácidos grasos conjugados (CLA) son una familia de, al menos, 28 isómeros (moléculas casi idénticas) de ácido linoléico que se encuentran especialmente en carne y lácteos. Como su nombre lo indica, los dobles enlaces están conjugados ya que se alternan con enlaces simples. Se le atribuye un efecto protector contra el cáncer, de disminución del riesgo de la enfermedad cardiovascular y como antiinflamatorio. Su efecto en la disminución de peso en los diferentes estudios ha sido inconsistente.

Acido graso trans: ácido graso insaturado en el que los dos átomos de hidrógeno están uno a cada lado del doble enlace, lo que hace que la molécula sea rectilínea. Se producen principalmente por el proceso de hidrogenación de las grasas líquidas (aceites) con el fin de solidificarlas (ej: margarina).

Actividad fagocítica: capacidad de algunas células (neutrófilos y macrófagos) de rodear con su membrana a un antígeno (cuerpo extraño) para introducirlo a su interior.

Adenocarcinoma: cáncer del epitelio que se origina en un tejido glandular.

Alimento funcional: alimento (o alimento al que se le agrega el componente de otro alimento) que, tomado como parte de la dieta, proporciona beneficios más allá de los valores nutricionales tradicionales, bien sea mejorando una función del organismo o reduciendo el riesgo de enfermedad.

Aminoácido: molécula que contiene el grupo amino (NH_2 -) y el grupo carboxílico (COOH) y que, unida a otras muchas forma proteínas.

Aminoácidos azufrados: cisteína y metionina.

Aminoácido indispensable: no pueden ser sintetizados por el hombre. Son isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.

Aminoácidos de cadena ramificada: isoleucina, leucina y valina.

Antitrombótico: previene la agregación plaquetaria o formación de un coágulo (trombo).

Atomización: secado por aspersión.

Bifidogénico: que favorece el desarrollo de Bifidus.

Brucelosis: también llamada “fiebre de malta” o “fiebre ondulante” es una enfermedad que ataca al hombre y otros mamíferos. Su período de incubación dura de 1 a 6 semanas y se manifiesta clínicamente por fiebre, dolor en articulaciones y músculos y sudoración profusa. El paciente puede cursar con neumonía.

Cariogenicidad: capacidad de producir caries.

Carnitín-palmitoil transferasa: enzima que se encuentra en la mitocondria (organelo de la célula que produce energía). Media el transporte de ácidos grasos de cadena larga a través de la membrana mitocondrial, uniéndolos a moléculas de carnitina (el transportador).

Células somáticas: normalmente existe una variedad de células diferentes en la leche; no obstante, no todas son capaces de combatir bacterias. Al total de estas células se les conoce como “células somáticas” debido a que se pensaba eran células de descamación del epitelio glandular; sin embargo, ahora se sabe que son leucocitos de origen sanguíneo que incluyen macrófagos, linfocitos y neutrófilos polimorfonucleares.

Citoquímico: sustancia química producida por una célula.

Coagulación: formación de agregados a partir de un semisólido coloidalmente inestable que conduce a su separación visible (coágulo) por acción del calor o de agentes químicos o enzimáticos. Ej: formación de queso a partir de la coagulación de la caseína; coagulación de las proteínas del huevo al momento de cocerse.

Coliformes: grupo de especies bacterianas que contaminan agua y alimentos y tienen forma similar a la de la *Escherichia coli*.

Coloidal (suspensión o dispersión coloidal): sistema fisicoquímico formado por una fase continua (fluida) y otra dispersa (partículas sólidas) en menor proporción. “Coloide” significa “que puede pegarse”, y un sistema coloidal recibe este nombre por su tendencia espontánea a agregar o formar coágulos.

Cuajo: sustancia presente en el abomaso (uno de los cuatro estómagos) de los mamíferos rumiantes que contiene principalmente la enzima renina. Se utiliza en la fabricación de quesos para separar la caseína del suero. El cuajo vegetal proviene de la flor del cardo (*Cynara cardunculus*).

Células somáticas: células que existen en la leche y que no tienen actividad bactericida. En un inicio se supuso eran células de descamación del epitelio glandular; actualmente se sabe son leucocitos (glóbulos blancos) provenientes de la sangre que incluyen macrófagos, linfocitos y neutrófilos polimorfonucleares.

Contador con sensor de movimiento: el equipo empieza a contar cuando impacta la superficie.

Contador por densidad de luz: el equipo emite un haz de luz que, sin tener contacto con la superficie a medir y simplemente por haber sido interrumpido por el paso de un producto terminado, emite un impulso que se cuantifica como las unidades a medir.

Digestibilidad: la digestión y absorción de una proteína son componentes inherentes de la calidad de una proteína. La calidad de una proteína depende de su calificación química (tipo de aminoácidos), pero en la práctica puede tener poca calidad si no se digiere o absorben los aminoácidos que la componen correctamente; de ahí la importancia de considerar la digestibilidad de una proteína que se obtiene al dividir la diferencia entre el nitrógeno ingerido y nitrógeno fecal (nitrógeno retenido) entre el nitrógeno ingerido.

DNA recombinante: molécula de DNA artificial formada de manera deliberada in vitro por la unión de secuencias de DNA proveniente de dos organismos de especies diferentes que normalmente no se encuentran juntos. Al introducirse este DNA recombinante en un organismo se produce una modificación genética que permite la adición de un nuevo DNA al organismo, conllevando a la modificación de los rasgos existentes o la expresión de nuevos rasgos.

Eczema: afección de la piel caracterizada por inflamación que presenta lesiones como eritema, vesículas, pápulas y exudación; también se refiere a la dermatitis por contacto con una sustancia para la cual se haya sensibilizado al paciente.

Emulsificación: preparación de una emulsión.

Emulsión: mezcla de dos líquidos inmiscibles (que no se mezclarían habitualmente) de manera más o menos homogénea. Muchas emulsiones son aceite/agua.

Enzima: proteína capaz de aumentar hasta 10^{20} veces la velocidad de una reacción debido a su alto poder de activación, específico para cada reacción.

Esterol: nombre genérico de un grupo de esteroides (hidrocarburos compuestos por tres anillos hexagonales y uno pentagonal llamados en conjunto ciclopentanoperhidrofenantreno) que se encuentran en la fracción insaponificable de las grasas. Se encuentran en animales y algunas algas rojas.

Etiqueta nutrimental: es la información de los nutrimentos que contiene un alimento que se reúne en un recuadro que aparece en el envase de muchos productos alimenticios. Indica el aporte energético y, cuando menos, el contenido de proteínas, hidratos de carbono y grasas de los alimentos.

Fibra cruda: polisacáridos no digeribles por el organismo humano, como celulosa, pectinas, etc. Su cuantificación requiere hacer reaccionar el alimento con ácidos y álcalis fuertes en caliente; el residuo se seca y se calina a 900°C . La diferencia de peso entre los residuos seco y calcinado corresponde a la fibra cruda.

Fibra neutro detergente: formada por celulosa, hemicelulosa y lignina (no incluye pectinas) se mide hirviendo la muestra durante una hora con una solución de sulfato de laurilo y sodio con EDTA a un pH de 7.

Fenol: alcohol cíclico (posee un anillo bencénico).

Fermentación: proceso de oxidación incompleta, totalmente anaeróbico (sin oxígeno) cuyo producto final es un compuesto orgánico (ácido, alcohol).

Fluidificación: instantaneizado.

Fosforilación: reacción química por la que se agrega un grupo fosfato a una molécula.

Fúngico: propio de un hongo.

Glicerol (glicerina): polialcohol (alcohol triple, por sus tres grupos -OH) que es constituyente de las grasas (una grasa o triglicérido -triacilglicérido- está formado por una molécula de glicerol y tres ácidos grasos).

Glucosa: monosacárido (azúcar compuesto por una sola molécula) compuesto por 6 átomos de carbono. Se encuentra en forma libre en las frutas y miel y forma polisacáridos de muy variado peso molecular.

Helicobacter pylori: bacteria que infecta la mucosa del estómago en el hombre y que es la causa de gastritis y úlcera. Vive exclusivamente en el estómago y es el único microorganismo capaz de subsistir un ambiente extremadamente ácido.

Hidratos de carbono estructurales: aquéllos que forman parte de la pared celular de los vegetales.

Hidratos de carbono no estructurales: aquéllos que se encuentran en forma libre o formando polímeros (grandes moléculas) de reserva (energéticos) como los almidones.

Índice de refracción: medida de la reducción de la luz al propagarse por un medio homogéneo.

Índice glucémico: sistema para cuantificar la respuesta glucémica de un alimento que contiene la misma cantidad de hidratos de carbono que un alimento de referencia (glucosa o pan blanco).

Instantaneizado: proceso por el que se vuelve a secar un aglomerado húmedo de un alimento en polvo (ej: leche o huevo) para dar un producto que sea más fácilmente reconstituible (dispersable en el líquido de reconstitución).

Ligadura: enlace entre dos átomos.

Micela: arreglo de moléculas que poseen un extremo soluble en agua (hidrofílico) y otro soluble en aceite (hidrofóbico) en la que las regiones o cabezas hidrofílicas de uno o más compuestos en contacto con el solvente circundante (agua o sustancia soluble en agua) se unen formando una capa externa, y las regiones o colas hidrofóbicas de ese compuesto o compuestos se orientan consecuentemente hacia el centro de la micela. Las micelas generalmente son esféricas.

Nutracéutico: palabra derivada de “nutrición” y “farmacéutico”. Hace referencia a los alimentos que se considera tienen un efecto beneficioso en la salud (ver “alimento funcional”).

Opioide: sustancia producida en el organismo con capacidad para unirse a los receptores opioides, como las endorfinas, encefalinas y dinorfinas.

Organelo: órgano de la célula.

Organoléptico: relativo a los sentidos.

Osmolaridad: medida que expresa la concentración total de sustancias en solución. Se expresa en osmoles/litro.

Péptido: unión de aminoácidos por uniones peptídicas (unión entre el grupo amino NH_2 -de un aminoácido y el grupo carboxilo -COOH de otro aminoácido).

pH: medida de acidez o alcalinidad de una solución. El pH indica la concentraciones de iones hidronio. La sigla significa “potencial de hidrógeno”:

Polifenol: compuesto orgánico formado por varios anillos fenólicos (ver fenol) y que tiene propiedades antioxidantes.

Prebiótico: ingrediente no digerible que se encuentra en los alimentos y estimula el crecimiento y/o actividad de la microbiota (flora, anteriormente) del aparato digestivo; típicamente son oligosacáridos que pueden ser fermentados para producir cambios en la composición y/o actividad de la microbiota gastrointestinal.

Probiótico: microorganismos vivos que se adicionan a un alimento, permanecen activos en el intestino y ejercen importantes efectos fisiológicos. Ingeridos en cantidades suficientes son muy benéficos, ya que contribuyen en el equilibrio de la flora bacteriana intestinal del huésped y potencian el sistema inmunológico. Deben ser capaces de atravesar el tubo digestivo y recuperarse vivos en las heces pero también se adhieren a la mucosa intestinal.

Proteolítico: que degrada proteínas.

Punto isoeléctrico: pH al que una sustancia anfótera (con un extremo con carga positiva y otro con carga negativa) tienen una carga de 0.

Punto crioscópico: parámetro basado en el punto de congelación de la leche con relación al punto de congelación del agua e indica el porcentaje de agua adicionada, es decir, cuando se agrega agua a la leche los solutos se diluyen y el punto de congelación aumenta, acercándose al del agua. En consecuencia, el aumento en el punto de congelación es proporcional al agua adicionada.

Quelar: secuestrar, químicamente hablando.

Retículo endoplásmico: organelo celular que consta de una red interconectada de tubos aplanados y sáculos comunicados entre sí que intervienen en funciones relacionadas con la síntesis de proteínas, metabolismo de lípidos y algunos esteroides y transporte intracelular.

Ribosoma: organelo que está constituido por un complejo supramolecular encargado de sintetizar proteínas a partir de información genética que llega del DNA de transcripción en forma de RNA mensajero.

Rumen: uno de los cuatro estómagos de un rumiante..

Sales fundentes: son sales emulsificadas para la elaboración de quesos procesados cuyo poder emulsificante transforma, bajo acción del calor, la masa granular del queso en una emulsión suave, cremosa y fluida.

Secado por aspersión: transformación de un fluido en un material sólido (polvo), atomizándolo en forma de gotas minúsculas, en una corriente de aire caliente y seco.

Suspensión: mezcla heterogénea de un sólido en polvo (soluto) o pequeñas partículas no solubles (fase dispersa) que se dispersan en un medio líquido o gaseoso (fase dispersante o dispersora).

Suspensión coloidal: coloide.

Tensión superficial: en un líquido, es la cantidad de energía necesaria para aumentar su superficie por unidad de área. Un líquido tiene una resistencia para aumentar su superficie. Es una manifestación de las fuerzas intermoleculares en los líquidos.

Termómetro analógico: termómetro común con carátula y sensor que acciona el aguja de la carátula.

Termómetro digital: registra el cambio de temperatura por a) un sensor metálico que se dilata por el cambio de temperatura; b) un rayo de luz que se emite en el medidor, se dirige a la zona que se desea medir y al regresar al emisor, registra este cambio en la pantalla digital.

Trazabilidad: procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de herramientas determinadas.

UFC (unidades formadoras de colonias): células individuales de microorganismos que son capaces de generar una colonia por sí mismas. A mayor valor de UFC el producto está más contaminado.

Vitamina hidrosoluble: vitamina soluble en agua (vitamina C y vitaminas del complejo B).

Vitamina liposoluble: vitamina soluble en aceite (vitaminas A,D, E y K).