

CAPÍTULO 18

Leche

Jazmín Apesteguía

Introducción

La leche es el primer alimento de los mamíferos jóvenes producido por las glándulas mamarias de las hembras. Es una mezcla de grasas y proteínas de alta calidad disueltas en agua y contiene carbohidratos (lactosa), vitaminas y minerales.

Es un alimento de composición y propiedades variables y complejas, por tratarse de una secreción biológica; en ella se presentan distintas interacciones de índole fisicoquímica, bioquímica y microbiológica. Si la leche sigue siendo actualmente objeto de estudio por sus efectos sobre la salud, indudablemente es porque ocupa un lugar importante en la alimentación del ser humano. Tiene una finalidad nutricional, ya que su composición contribuye a cubrir parte de las necesidades nutricionales y posee también una finalidad psicológica y sociocultural, donde las nociones de placer, gusto e identidad, asociados al simbolismo del primer alimento, juegan un papel fundamental.

El hombre comenzó a tomar leche de vaca cuando comenzó a domesticar animales para su alimentación hace más de 10.000 años. Este hábito tuvo un efecto a nivel genético, ya que seleccionó positivamente la persistencia de la capacidad de digerir la lactosa (gracias a la lactasa, que es la enzima que digiere la lactosa, el principal hidrato de carbono de la leche) en la descendencia. Esta enzima, típicamente deja de expresarse en la edad adulta (excepto por algunos individuos que pueden seguir teniéndola presente) y por lo tanto pueden digerir la leche sin problemas. Estos individuos y su descendencia han dado lugar a lo largo de la historia humana a poblaciones que son grandes consumidores de leche.

La leche y los productos lácteos pueden obtenerse de diferentes especies, como cabras y ovejas, aunque este capítulo se centra en leche de vaca y productos lácteos.

Alimentos o grupo de alimentos que se incluyen

Dentro de este capítulo se estudiará la leche según las variabilidades que presenten en macronutrientes: entera, descremada, deslactosada; según su consistencia: líquida y en polvo; y los subproductos que se obtienen a partir de la misma: yogur, kefir, quesos, leche condensada, crema de leche y dulce de leche (ver Capítulo 21).

La leche puede utilizarse para crear productos con diferente sabor, textura, valor nutritivo y vida útil. Es agregada a variedad de preparaciones para aumentar su valor nutricional.

Definición, clasificaciones y variedades según Código Alimentario Argentino (CAA)

Capítulo VIII - Leche - art 554

Producto integral del ordeño total, ininterrumpido y en condiciones de higiene, de la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación. La leche proveniente de otros animales, deberá denominarse con el nombre de la especie productora. En la leche de vaca las variaciones de su composición dependen de varios factores: raza, número de partos, época de lactancia, alimentación, número de ordeño, estación del año.

Art 556bis - Se prohíbe en todo el país la venta al público de leche cruda.

Art 559 -Se entiende por Leche Entera Seleccionada Pasteurizada a la leche que provenga de plantas pasteurizadoras con inspección oficial de conformidad con las disposiciones en la materia y haya sido sometida a tratamientos. La Leche entera seleccionada pasteurizada deberá estar exenta de gérmenes patógenos. Esta exigencia no se dará por cumplida si presenta:

1. Recuento total en placa: mayor de 25.000 bacterias mesófilas/cm³ en los meses de abril a setiembre inclusive y mayor de 35.000/cm³ en los meses de octubre a marzo inclusive.
2. Bacterias coliformes (recuento en placa con medio agar-violeta-rojo-bilis): mayor de 10/cm³ 3. *Escherichia coli*: presencia en 1 cm³. Deberá ser confirmada por pruebas bioquímicas.
4. Prueba de la fosfatasa: Positiva.

Leche evaporada - art 571

Se entiende por Leche Evaporada o Concentrada, esterilizada o ultra alta temperatura (UAT) o conocida por sus siglas en inglés UHT (*Ultra High Temperature*), el producto de consistencia siruposa obtenido por evaporación parcial del agua de la leche apta para el consumo humano.

La leche evaporada puede almacenarse adecuadamente durante períodos de tiempo prolongados, aunque debido a la reacción de *Maillard*, pueden ocurrir cambios indeseables de color tostado o pardusco o de sabor después de un año. Entonces, la rehidratación puede resultar difícil. La decoloración no es indicativa de una posible enfermedad transmitida por los alimentos. Una vez que se ha abierto la lata, debe refrigerarse y puede conservarse hasta por 1 semana.

Leche en polvo - art 567

Se entiende por Leche en Polvo al producto que se obtiene por deshidratación de la leche, entera, descremada o parcialmente descremada y apta para la alimentación humana, mediante procesos tecnológicamente adecuados.

Se puede procesar a partir de leche pasteurizada entera o descremada. Consiste en un método de secado. La leche se condensa primero eliminando dos tercios del agua y típicamente se rocía en una cámara de vacío calentada (secado por rociado) para secar a niveles de humedad inferiores al 5 %. El proceso de secado no tiene efectos en el valor nutritivo de la leche. La mayoría de la leche en polvo sin grasa está fortificada con vitaminas A y D.

La leche en polvo, se puede verter y dispersar fácilmente en agua fría. Cuando se reconstituye, tiene mejor sabor cuando la leche se prepara con anticipación y se sirve bien fría.

Leche deslactosada - art 1372, Capítulo XVII del Código alimentario argentino (CAA)

Con la designación de alimento de contenido bajo en lactosa y de alimento de contenido reducido en lactosa se denominan a aquellos alimentos cuyo valor dietario especial resulta de la restricción de los ingredientes que contienen lactosa, la separación de la lactosa del alimento, la descomposición de la lactosa o una combinación de estos métodos.

Según la normativa nacional, el alimento:

- de bajo contenido de lactosa no contendrá más de 5 % de la proporción de lactosa del alimento corriente correspondiente.
- de reducido contenido de lactosa no contendrá más del 30 % de la proporción del alimento corriente correspondiente.

Con respecto al etiquetado, el CAA establece que estos alimentos se rotularán con la denominación del producto de que se trate seguida de la indicación bajo en lactosa o reducido en lactosa. Además, deberán llevar la indicación del porcentaje de reducción del contenido de lactosa (95 o 70 %) según corresponda y del contenido de lactosa y galactosa expresado en miligramos por 100 g o 100 ml.

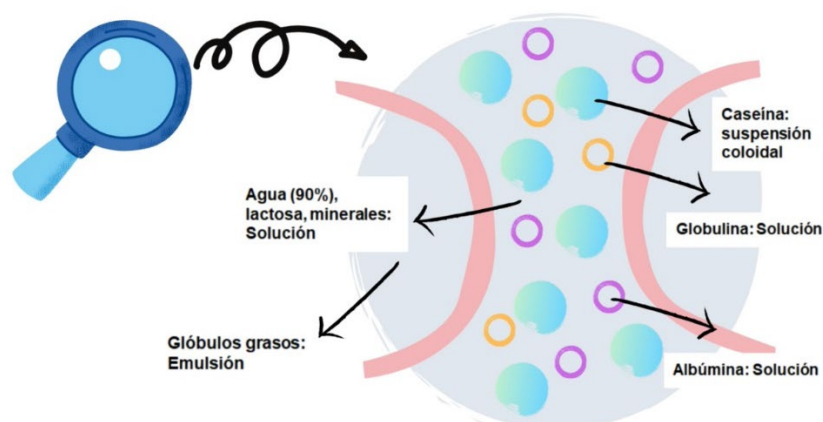
Estructura y composición físico-química

¿Que se observa microscópicamente en una gota de leche?

La leche entera se puede clasificar como solución, dispersión o emulsión de la siguiente manera:

- Solución: contiene el azúcar (lactosa), las vitaminas solubles en agua (tiamina y riboflavina), y muchas sales minerales como fosfato cálcico, citratos y los minerales cloruro, magnesio, potasio y sodio.
- Coloidal (dispersión sol): caseína y proteínas de suero, fosfato de calcio, fosfato de magnesio y citratos.
- Emulsión: glóbulos de grasa suspendidos en la fase acuosa (suero) de la leche. Los glóbulos de grasa están rodeados por una membrana compleja, la membrana del glóbulo de grasa de la leche, que contiene principalmente proteínas y fosfolípidos (y algunas cadenas laterales de carbohidratos en la superficie externa). Esta membrana evita la coalescencia de las gotas de grasa.

Esquema 18.1. *Distribución microscópica de agua, hidratos de carbono, proteínas y grasa en una gota de leche.*



Nota. Fuente: elaboración propia.

Composición química

Hidratos de Carbono

Los carbohidratos son solubles en agua y están presentes en la fase acuosa de la leche, en niveles ligeramente inferiores al 5 %. El disacárido lactosa es el principal carbohidrato. Presenta una baja solubilidad y puede precipitarse de la solución como una sustancia de textura granulada. Se convierte en ácido láctico debido a la fermentación bacteriana (por ejemplo, en yogur o kefir) y en el proceso de envejecimiento del queso. Por lo tanto, los individuos intolerantes a la lactosa pueden digerir el queso curado incluso en ausencia de la enzima lactasa.

Grasas

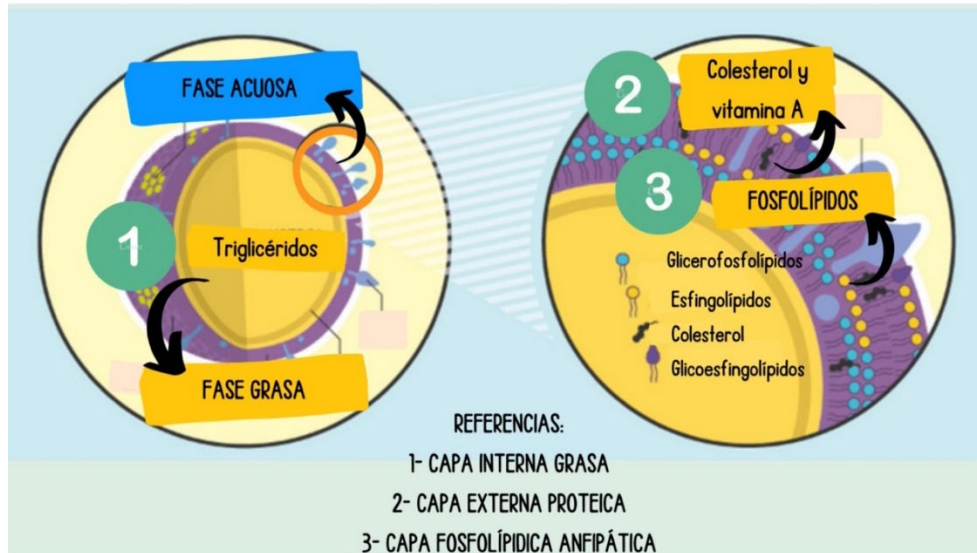
La grasa tiene una densidad baja y puede fácilmente ser centrifugada (conocido como desnatado) para que pueda obtenerse un producto con bajo contenido de grasa. La grasa, o grasa butírica, existe en niveles de aproximadamente 3,5 % en la leche entera, en niveles menores en las leches descremadas o reducidas en grasa y, en significativamente mayores porcentajes, en la crema de leche.

Los glóbulos de grasa son menos densos que la fase acuosa de la leche y, por lo tanto, tienden a subir si batimos esa leche. Cuando se emulsiona durante la homogeneización (ver más adelante Homogeneización en este mismo Capítulo), hay un aumento en el número de células grasas y una mayor viscosidad porque la grasa se distribuye por todo el líquido.

La grasa contiene el esteroles, colesterol y fosfolípidos, aunque es principalmente triglicéridos (95 %) con componentes de ácidos grasos saturados, poliinsaturados y monoinsaturados.

Estos tienen diferentes puntos de fusión y susceptibilidad a la oxidación. Las cadenas de ácidos grasos contienen muchos ácidos grasos de cadena corta, como el ácido butírico saturado y los ácidos caproico, caprílico y cáprico.

Esquema 18.2. Glóbulo de grasa y membrana del glóbulo de grasa de la leche.



Nota. Fuente: elaboración propia.

En el esquema se observa la distribución de los diferentes componentes del glóbulo de grasa y los que se incluyen en su membrana. Dentro de la fracción lipídica, en la capa interna, se observan triglicéridos (número 1), colesterol y vitamina A en la parte media (número 2) y fosfolípida anfipática en contacto con la parte media y externa (número 3).

Proteínas

La fracción que merece más atención en este sistema es la fracción proteica. Representa del 3 al 4 % de la composición de la leche y los componentes se encuentran fraccionados.

La caseína representa aproximadamente el 80 % de la proteína de la leche.

Las caseínas son un grupo de proteínas, que pueden separarse de las otras proteínas por acidificación hasta un pH isoelectrico de 4,6. A este pH, las caseínas coagulan, ya que son hidrófobas, están mal hidratadas y no llevan carga neta.

El punto isoelectrico es: "el pH donde la proteína no tiene carga eléctrica y es incapaz de desplazarse en un campo eléctrico, por lo que no existe repulsión electrostática entre las moléculas de proteína vecinas y tienden a precipitar". (Rothstein, 1994).

Hay tres fracciones principales de caseína, conocidas como alfa-, beta- y kappa-caseína:

- Alfa- y beta- contienen varios grupos fosfato y, como resultado, son "sensibles al calcio" y puede coagularse mediante la adición del mismo.
- Kappa-caseína contiene solo un grupo fosfato y no es calcio sensible.
- Alfa- y beta caseína son muy hidrófobas. Sin embargo, la kappa caseína es una glicoproteína que contiene una sección de carbohidratos ácida (cargada), por lo que es mucho más hidrófila.

Las otras proteínas de la leche, al ser más hidrófilas, permanecen dispersas en la fase acuosa.

La segunda fracción de proteína de leche es el lactosuero o suero. Constituye aproximadamente el 20 % de la proteína de la leche e incluye las lactoalbúminas y lactoglobulinas. Las

proteínas del suero están más hidratadas que la caseína y se desnaturalizan y precipitan por el calor, en lugar de hacerlo por el ácido.

Otros componentes proteicos importantes de la leche incluyen enzimas como lipasa, proteasa, y fosfatasa alcalina, que hidrolizan triglicéridos, proteínas y ésteres de fosfato, respectivamente.

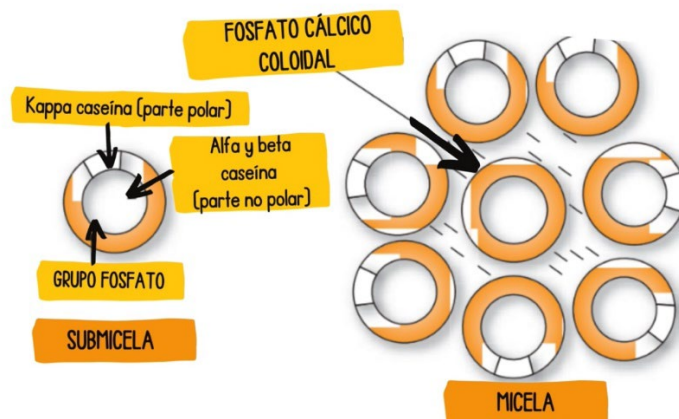
En la leche, las fracciones de caseína se asocian entre sí y con fosfato de calcio coloidal para formar estructuras esféricas estables conocidas como micelas. Las más hidrofóbicas corresponden a las fracciones alfa- y β -caseína (que existen principalmente en el interior de las micelas), mientras que las más hidrofílicas, corresponde a la kappa-caseína que existe principalmente en la superficie de la micela. Es la kappa-caseína la que confiere a las micelas su estabilidad en la leche en condiciones normales de manipulación.

Esto se debe a la carga negativa y la hidratación de la kappa-caseína, junto con el hecho de que la sección de carbohidratos hidrófilos cargados de la molécula tiende a sobresalir de la superficie de la micela en estructuras parecidas a “pelos”.

Las micelas de caseína son coaguladas por adición de ácido a un pH de 4,6 a 5,2. A medida que las micelas se acercan a su punto isoeléctrico, la carga y el grado de hidratación se reducen y las estructuras parecidas a pelos de la kappa-caseína se aplanan. Las micelas ya no son estables y, por lo tanto, se agregan. Esta es la base para la formación de la ricota, que es un queso ácido que contiene cuajada de caseína.

El ácido también hace que se elimine algo de calcio de las micelas, por lo que la ricota es relativamente baja en calcio en comparación con otros productos lácteos.

Esquema 18.3. Modelo de la estructura de la submicela y micela de la caseína.



Nota. Fuente: elaboración propia. Adaptado de: Gil, Á. Tratado de Nutrición Tomo II: Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Capítulo 2.

Vitaminas y minerales

Las vitaminas de la leche son tanto solubles en agua como solubles en grasa. La porción de leche descremada es especialmente abundante en vitamina B2-Riboflavina, una vitamina de color verdoso fluorescente. Eso actúa como fotosintetizador y se destruye fácilmente con la exposición a la luz solar.

Según el contenido de grasa de la leche pueden fortificarse con vitaminas B1, B3, B5, B6, B12, ácido fólico, A, D, E y K.

La leche entera es generalmente (98 %) fortificada con vitamina D porque está presente naturalmente solo en pequeñas cantidades. La vitamina D está presente en la leche debido a la síntesis de vitamina D por la vaca cuando está expuesta a la luz solar y porque la misma puede estar presente en su alimentación.

Las vitaminas E y K son componentes menores de la leche.

Minerales como el calcio y el fósforo están presentes en niveles de aproximadamente el 1 % de la leche, con un tercio de calcio en solución y dos tercios de él dispersos coloidalmente. El calcio se combina con la proteína caseína como caseinato de calcio, con fósforo como fosfato de calcio y como citrato de calcio. Otros minerales presentes en la leche son cloruro, magnesio, potasio, sodio y azufre.

Modificaciones físico-químicas que sufre según distintos medios de cocción

Homogeneización

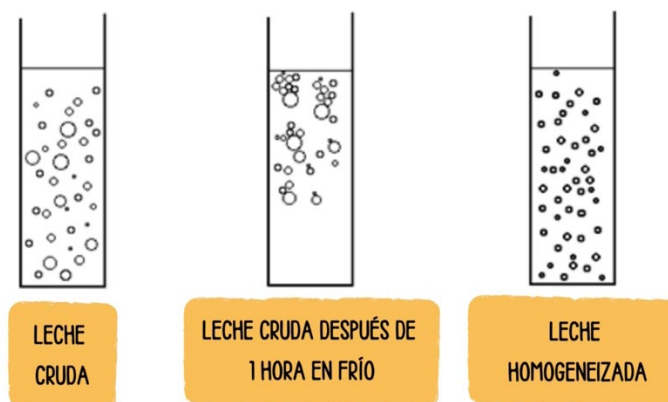
La función de la homogeneización consiste en prevenir la formación de crema, o el aumento de grasa hasta la parte superior del recipiente de leche (leches enteras o bajas en grasa). El resultado que se obtiene consiste en mantener una composición más uniforme, con mejor cuerpo y textura, una apariencia más blanca, un sabor más rico y una cuajada más digerible.

Es un proceso mecánico, a medida que se forman en la superficie nuevos glóbulos de grasa, cada uno de ellos se recubre con una parte de la membrana de lipoproteína y proteínas adicionales de la caseína y el suero. Por lo tanto, estas proteínas se adsorben en la superficie previniendo que los glóbulos se reúnan o fusionen, y de esta manera, la grasa permanece distribuida de manera homogénea por toda la leche.

La leche se puede homogeneizar antes de o después de la pasteurización.

Algunas características de la leche a partir de la homogeneización son:

- Se evita la separación de la grasa en la parte superior del recipiente.
- Se observa más blanca debido a dispersiones más finas de grasa. Hay un aumento en la absorción y el reflejo de la luz debido a las partículas de grasa más pequeñas.
- Es más viscosa y cremosa debido a un mayor número de partículas grasas.
- Es más suave debido a las partículas de grasa más pequeñas.
- Es menos estable a la luz. Por lo tanto, las cajas de cartón y las botellas de plástico son las que se utilizan para comercializarla.

Esquema 18.4. Homogeneización de la leche.

Nota. Fuente: elaboración propia. Adaptado de: <http://www.dairymoos.com/wp-content/uploads/2014/03/Homogenized-Milk.gif>.

Pasteurización

Asegura la destrucción de las bacterias patógenas, las levaduras y los mohos, así como del 95 al 99 % de las bacterias no patógenas. Minimiza la probabilidad de enfermedades y prolonga la vida útil de la leche.

En cuanto al sabor de la leche es suave y ligeramente dulce. La sensación en boca característica se debe a la presencia de grasa emulsionada, proteínas dispersas coloidalmente, carbohidratos como lactosa y sales lácteas. La leche fresca contiene acetona, acetaldehído, metil cetonas y ácidos grasos de cadena corta que proporcionan aroma.

Propiedades culinarias y aplicaciones en cocina

La leche es un alimento muy versátil que se puede incorporar sola o acompañada en infusiones, en licuados y en preparaciones dulces como bizcochuelos, panqueques, piononos, budines y en preparaciones saladas como buñuelos, polenta, rellenos, purés, rellenos (considerando la opción de leche en polvo).

A su vez pueden combinarse; por ejemplo, incorporar a la leche líquida leche en polvo para incrementar su valor nutricional; mezclar crema de leche con leche líquida en un relleno, adicionar leche líquida y en polvo a rellenos salados, mezclar crema de leche con dulce de leche para un relleno dulce.

Los subproductos, a su vez, pueden acompañar a preparaciones donde se incorpora leche como tal.

Conclusión

La leche es el primer alimento de los mamíferos. Contiene los principales nutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas, con predominio del agua (88 %). Las dos proteínas principales de la leche son la caseína y el suero, con proteínas adicionales que se encuentran en las enzimas.

Se debe pasteurizar para destruir los patógenos y se homogeneiza para emulsionar la grasa y evitar la formación de crema.

Según el CAA puede comercializarse de diversas formas o puede ser convertida en subproductos como leche condensada, manteca, queso, crema, dulce de leche o cultivada y fermentada como en el caso del yogur (ver Capítulo 19).

Tanto la leche como sus subproductos, debido a su alto contenido de proteína, actividad de agua y pH neutro deben mantenerse refrigerados (con excepción de las versiones en polvo).

Referencias

- Argentino, C. A. (2011). *Código Alimentario Argentino*. Capítulo VIII: Lácteos.
- Gil, Á. (2017). *Tratado de Nutrición Tomo III: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Capítulo 2: Leche y derivados lácteos. Editorial Médica Panamericana.
- Gil, Á. (2010). *Tratado de Nutrición Tomo II: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Capítulo 2: Leche y derivados lácteos. Editorial Médica Panamericana.
- Guías Alimentarias para la población Argentina*. Ministerio de Salud. Año 2016.
- Medin, R., & Medin, S. P. (2011). *Alimentos: Introducción técnica y seguridad*. Capítulo 8: Productos lácteos. Ediciones Turísticas de Mario Blanchik.
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., & Campbell, T. (2008). *Essentials of food science* (Vol. 42). New York: Springer. Capítulo 11: leche y productos lácteos.
- Rothstein, F. (1994). *Differential precipitation of proteins*. En: Harrison, R., ed. Protein purification process engineering. New York, R.G. Harrison, p. 115-208.