

La leche



By [Push Doctor \(CC BY\)](#)



3.1. ORIGEN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

La leche es producida por todas las especies de mamíferos con el objetivo de alimentar a sus crías. Hace unos 10.000 años, el cazador-recolector comenzó a domesticar ciertos animales rumiantes para alimentarse de su leche.

El consumo de leche no es en todo el mundo igual, por ejemplo, en los países cálidos, al ser la conservación de la leche mucho más difícil, se comenzó a fermentar y a conservar en forma de mantequilla, queso o yogurt.

La leche es un alimento muy nutritivo. Entre sus componentes principales se encuentran: proteínas, hidratos de carbono, grasas, agua, sales minerales y vitaminas.

Aunque actualmente existen distintos tipos de leche en el mercado (soja, avena, avellana, cabra, coco...). Normalmente, cuando se hace referencia a la leche se habla de leche de vaca.

Todos los mamíferos pueden producir leche, pero todas estas leches tienen composición muy distinta. En la tabla se muestra la composición en gramos de proteínas, grasas e hidratos de carbono y energía por cada 100 gramos de leche para distintas especies de mamíferos.

Como se puede observar, las leches más energéticas son las de foca y ballena que tienen más de 10 veces la cantidad de proteínas y grasas que tiene la de el ser humano.

Tipo de leche	Proteínas (g)	Grasas (g)	Hidratos de carbono (g)	Energía (Kcal)
Vaca	3,3	3,7	4,9	66
Humana	1,1	4,2	7,0	72
Búfala	4,1	9,0	4,8	118
Cabra	2,9	3,8	4,7	67
Oveja	4,6	7,2	4,8	102
Burra	1,9	0,6	6,1	38
Elefante	4,0	5,0	5,3	85
Mono	1,6	4,0	7,0	73
Ratón	9,0	13,1	3,0	171
Ballena	10,9	42,3	1,3	443
Foca	10,2	49,4	0,1	502

Fuente: Alford, J. A., Johnson, A. H., & Webb, B. H. (Eds.). (1974). *Fundamentals of dairy chemistry*. Avi Publishing Company.

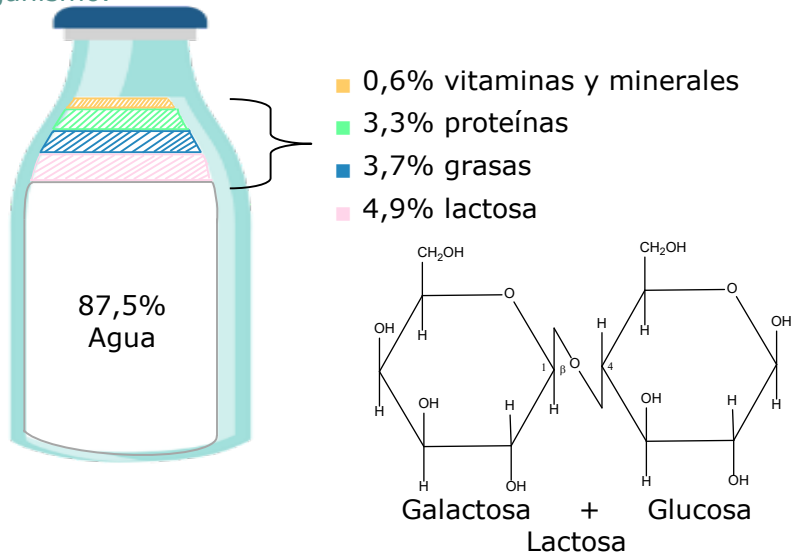


3.1. ORIGEN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

La leche tiene una composición química muy compleja que depende de la alimentación y la raza de animal, del clima o de la salud entre otros factores. Existen más de 100.000 moléculas distintas en esta leche.

En este tema se tratará la leche de vaca, ya que es la más utilizada en cocina. Esta leche contiene un 87,5% de agua y un 12,5% de sustancias sólidas. Entre las sustancias sólidas el 3,7% son grasas, el 3,3% son proteínas, el 4,9% lactosa y el resto son vitaminas y minerales.

En la siguiente tabla se describen las cantidades (en miligramos) de **vitaminas y minerales** principales encontradas por cada 100 gramos de leche de vaca. Uno de los minerales mayoritarios es el calcio que es esencial para el crecimiento y funcionamiento del organismo.



Vitamina	Cantidad (mg)	Mineral	Cantidad (mg)
A	0,04	Ca	122
B2	0,17	P	119
B5	0,34	K	152
C	1,0	Na	58

La **lactosa** es el azúcar que da el sabor dulce a la leche. Este azúcar está fermentado por las bacterias lácticas. Los microorganismos producen ácido láctico cuando consumen lactosa. De esta forma disminuye el pH del medio y las proteínas coagulan. Este sería el primer paso para producir los productos fermentados a partir de la leche

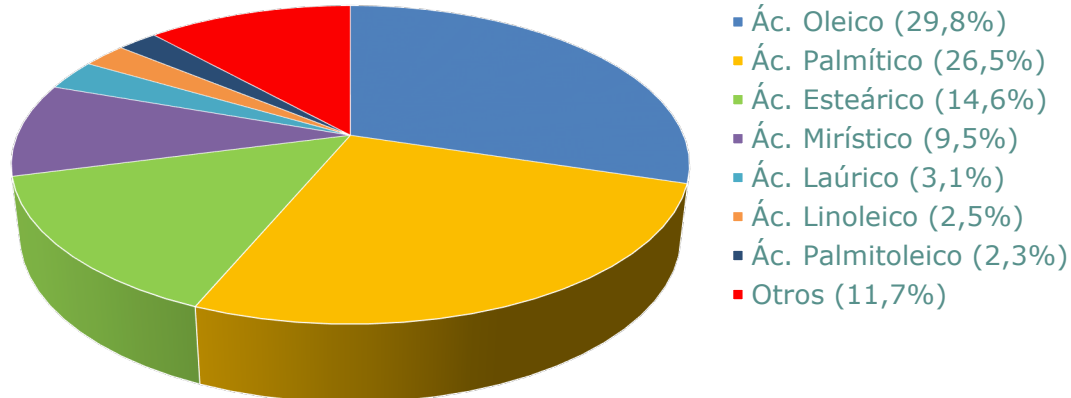
3.1. ORIGEN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

En cuanto a la composición de las grasas y proteínas el sistema es muy complejo.

Las **grasas** que componen la leche, nata y mantequilla son las mismas pero se encuentran en distinto estado. Las moléculas de grasa de la leche se encuentran en forma de **triglicéridos**. Los triglicéridos son moléculas compuestas por tres ácidos grasos y la molécula de glicerina. Esta unión se forma mediante la esterificación del grupo ácido de cada ácido graso con el grupo hidroxilo de la glicerina (que tiene tres grupos hidroxilo, OH).

Los **ácidos grasos** que forman el triglicérido pueden ser de 2 tipos: 1) saturados si no tienen doble enlace en la cadena hidrocarbonada; 2) insaturados si tienen un doble enlace o insaturación en la cadena hidrocarbonada. Si los ácidos grasos son saturados, entonces las grasas son sólidas a temperatura ambiente y se denominan grasas saturadas. Mientras que si los ácidos grasos son insaturados, las grasas son líquidas a temperatura ambiente y se denominan grasas insaturadas.

En la leche las principales grasas saturadas se componen de ácido palmítico (26,5%) y ácido mirístico (9,5%). Mientras que las grasas insaturadas provienen mayoritariamente del ácido oleico (29,8%). Además, cabe destacar que las grasas de la leche tienen gran importancia nutritiva porque permiten la disolución de las vitaminas lipófilas como A, D, E y K.

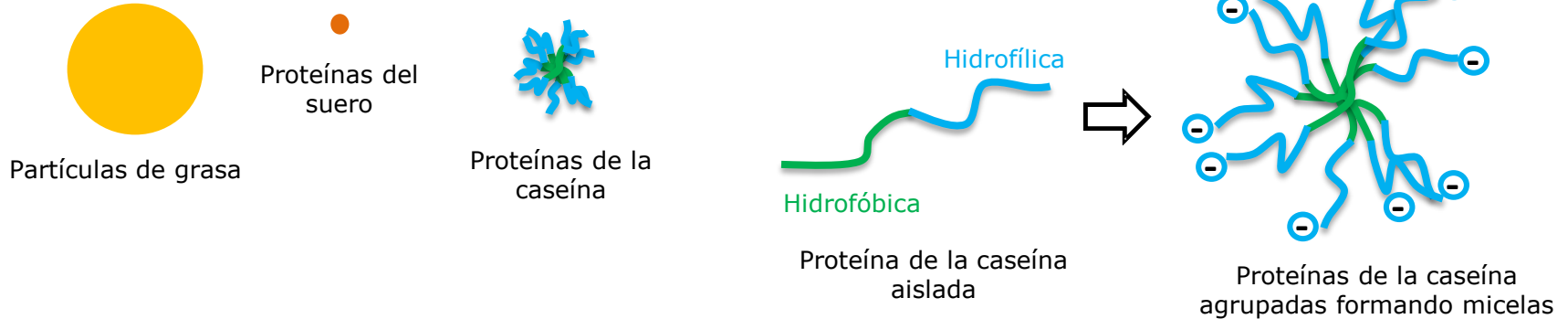


3.1. ORIGEN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

Las proteínas son muy importantes para elaborar productos derivados de la leche como el queso. Así, las proteínas se pueden dividir en dos tipos: las proteínas del suero o seroproteínas y las proteínas de la caseína. En comparación con las grasas ambos tipos de conjunto de proteínas tienen menor tamaño.

Las **seroproteínas** son un conjunto de proteínas solubles en agua que se agrupan formando estructuras compactas.

Las **proteínas de caseína** son especiales porque cada proteína de caseína se encuentra extendida o desplegada (no como el resto de proteínas de la leche) y contiene en cada una de sus moléculas una zona hidrofóbica y otra hidrofílica muy diferenciadas. En un medio hidrofílico, como es principalmente la leche (87,5% agua), estas proteínas se agrupan formando micelas y mantienen en el centro los extremos hidrofóbicos y en la zona exterior los hidrofílicos. Debido a su forma y a los grupos fosfato de los aminoácidos que contienen en su extremo hidrofílico, en la superficie micelar tienen carga negativa. Esto hace que sean buenas transportadoras de iones calcio, ya que el calcio tiene dos cargas positivas y es atraído por las cargas negativas de las proteínas de la caseína.



3.1. ORIGEN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

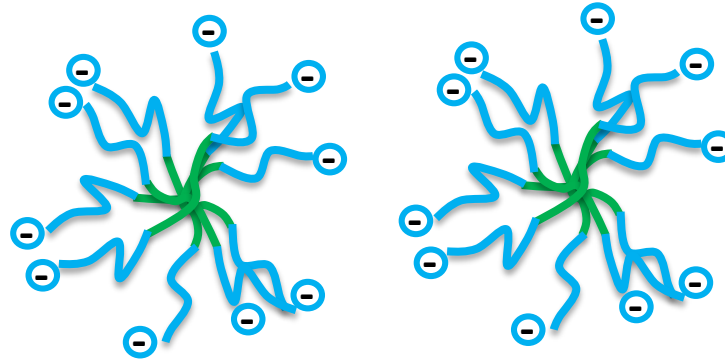
Las cargas negativas del exterior de la estructura micelar de la caseína hacen que estas micelas se repelen entre sí.

Las **caseínas** se encuentran muchas veces sobre las partículas de grasa.

Alrededor del 90% del calcio de la leche se encuentra en las micelas de caseína en forma de fosfato de calcio y permite que estas micelas puedan unirse entre sí. Lo mismo ocurre si se acidifica el medio, ya que disminuye el pH, desaparecen las cargas negativas de la superficie micelar y la repulsión entre las micelas cesa.

La agregación de micelas hace que se forme una red tridimensional.

A pH menor a 4,6 el fosfato de calcio desaparece y las caseínas precipitan y coagulan

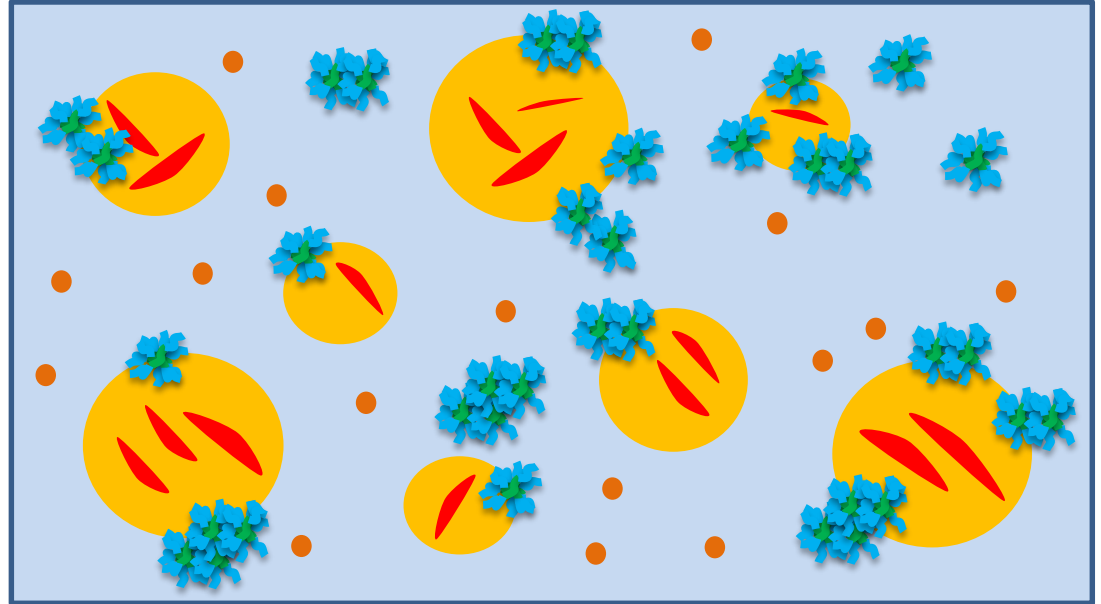
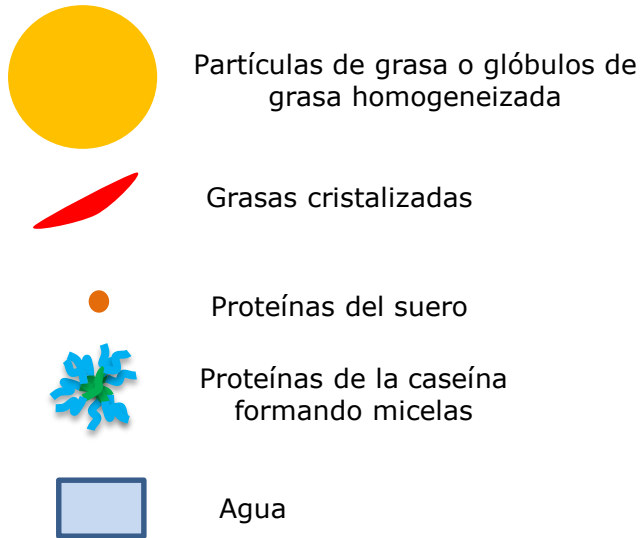


Las cargas del mismo signo en la superficie micelar hace que se repelen

3.2. MICELAS Y SUSPENSIONES COLOIDALES

La leche es un sistema coloidal, concretamente una macroemulsión o emulsión en la que el diámetro de las partículas oscila entre 0.1-15 μm . En este sistema se encuentran los distintos componentes mencionados. Las partículas o glóbulos de grasa se encuentran dispersas en el medio acuoso, por lo que el tipo de emulsión de la leche es de aceite en agua (o/w, oil in water). En este tipo de emulsión la fase dispersante es el agua y la fase dispersa las grasas. Las micelas de caseína quedan también suspendidas. La lactosa y sustancias solubles en agua se encuentran disueltas en la fase dispersante.

En cuanto a la estructura física de la leche, se podría describir de la siguiente forma:



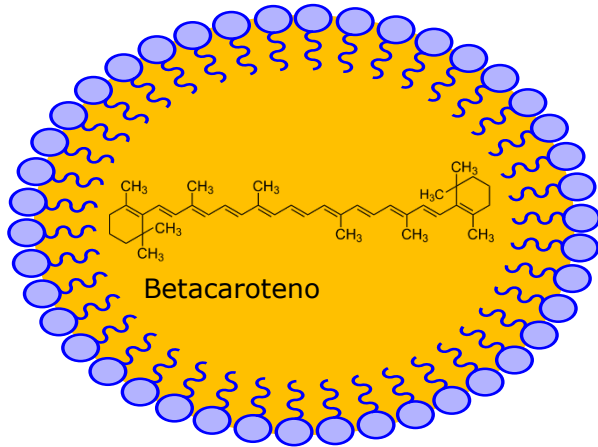
3.2. MICELAS Y SUSPENSIONES COLOIDALES

La estabilidad de las emulsiones depende de factores como el método de procesado, la incidencia de la luz, la temperatura, fecha de embotellado y método de conservación.

La mayor estabilidad se encuentra a pH entre 6.6-6.8, que se consigue con la pasteurización y esterilización a 150-180 °C.

Para mejorar la estabilidad se requiere de agitaciones vigorosas que disminuyen el tamaño de las micelas, siendo así más homogéneas. También se mejora aumentando la viscosidad con aumento de la concentración de grasas, polisacáridos y caseína.

Actualmente, la leche que encontramos en los supermercados se homogeniza. Este proceso supone pasar la leche "cruda" (sin tratar) por diferentes y pequeñas boquillas. Las boquillas rompen las partículas de grasa haciéndolas todas ellas muy pequeñas. Estas partículas al ser tan pequeñas ya no se separan tan fácilmente por densidad como lo hacen las partículas de grasa grandes.



Las partículas de grasa están recubiertas por una membrana de proteínas y fosfolípidos. Los fosfolípidos actúan de emulsionantes. Así, la membrana permite mantener las grasas estabilizadas en el medio acuoso y además evita que las enzimas degraden las grasas.

El color blanco de la leche se debe a que debido al tamaño de las partículas de grasa la luz no atraviesa las partículas si no que se difunde en todas las direcciones. Además, hay veces que puede observarse un tono amarillento. Este color se debe al betacaroteno que se encuentra en las partículas de grasa..

La leche desnatada, no contiene grasas y las únicas partículas capaces de difundir la luz en este caso son las micelas de caseína. Por eso en esta leche se suele observar un tono azulado.

3.3. CONSUMO: CONTENIDO EN GRASAS Y TRATAMIENTO TÉRMICO

La leche se puede clasificar comercialmente de dos formas diferentes, en base a su contenido en grasas y al tratamiento térmico realizado.

En base al **contenido en grasas** se distinguen:

- Leche entera. Su contenido en grasas es superior al 3.5%
- Leche parcialmente desnatada o semidesnatada. Su contenido en grasas se encuentra entre 1.5 y 1.8%
- Leche desnatada. Su contenido en grasas es menor al 0.5%

En base al **tratamiento térmico** realizado se distinguen:

- Leche cruda. No recibe tratamiento térmico. Se trata de leche entera en la que las grasas no se modifican.
- Leche pasteurizada. Normalmente se calienta a 75 °C durante el 15 segundos para eliminar la mayor parte de las bacterias y disminuir la cantidad de microorganismos. Además desactiva las enzimas que enrancian las grasas. En los supermercados se encuentra en neveras.
- Leche UHT. Sus siglas significan Ultra High Temperature, es decir, reciben un tratamiento de temperatura ultra elevada. En pocos segundos se eleva la temperatura hasta 131 °C por lo que se destruyen todas las bacterias. Este hecho permite no tener que conservarlas en refrigeración durante meses. Tiene una menor calidad organoléptica.

También existen **otros tipos de leche** que son **modificaciones** de las anteriores como:

- Leche microfiltrada. Esta leche filtra las bacterias con una membrana microporosa antes de realizar la pasteurización.
- Leche de alta digestibilidad. Esta leche se trata con una enzima que rompe la lactosa en glucosa y galactosa. Esta leche es más dulce que la leche original y permite ser consumida por las personas intolerantes a la lactosa. Es por ello, que también se denomina leche con contenido reducido de lactosa o leche HD (high digestibility).

Nota: En el intestino delgado todos los cachorros de mamíferos tiene la enzima lactasa que metaboliza la lactosa. Esta enzima deja de producirse en cuanto finaliza el destete. Desde ese momento los individuos son más o menos tolerantes a la lactosa. Sin embargo, el 35% de la población mundial contiene una modificación genética por la que se sigue produciendo lactasa en edades adultas.

3.4. FUNCIONES CULINARIAS DE LA LECHE

La leche aporta sabor, pero además dado sus diversos componentes aporta otras funciones en la elaboración de recetas. A continuación se numeran las **funciones principales** que cumple:

- 1) Ablandan.** Al sustituir agua con leche se consiguen masas más blandas y suaves. Esto se consigue gracias a las seroproteínas que hacen que el agua se retenga más tiempo y retrasa que se evapore.
- 2) Transportan sabores.** Las sustancias lipófilas tienen mucho sabor y se disuelven en las grasas de la leche. Esto hace que estas moléculas puedan llegar a nuestras papilas gustativas.
- 3) Lubrican.** Este efecto se consigue también gracias a las grasas de la leche.
- 4) Ayudan a preparar emulsiones.** Dado que la leche en sí es una emulsión del tipo o/w (al igual que la nata) ayudan a preparar este tipo de emulsiones debido a la cantidad de emulsionantes que tienen.
- 5) Forman geles.** Cuando la leche o la nata se calienta las seroproteínas se desnaturalizan y se forma una red o gel. También ayudan en la formación de otros geles en los que la base del gel es el almidón o las proteínas del huevo.
- 6) Actúan en las reacciones de Maillard.** Esto se debe a que el azúcar lactosa puede reaccionar con las proteínas dando este tipo de reacción. Por ejemplo, esta reacción es la que da lugar al sabor característico del dulce de leche.

3.5. LA NATA

La nata, también denominada crema de leche o crema dulce, es una emulsión de grasas en agua o/w (oil in wáter). Se forma debido a la separación ocurrida por diferencia de densidad entre las moléculas de grasa y el resto de componentes de la leche cruda, por lo que se forma en el también conocido como proceso de desnatación de la leche.

La estructura física de la nata es igual a la de la leche, pero en este caso la concentración de grasas es mucho mayor.

Para obtener la nata se somete la leche a un proceso de centrifugación. De esta forma se obtiene un contenido de grasas en la nata de entre 35 y 44%. Tras separar la fase oleosa de la acuosa, la nata se pasteuriza y a veces se homogeneiza.

Si se quiere evitar la formación de nata de manera natural (por la diferencia de densidad) se realiza la homogenización de la leche. Este proceso hace que las partículas de caseína queden unidas a las partículas de grasa. De esta forma, las partículas de caseína mantienen la emulsión de la grasa dispersa en el agua.

La nata comercial se somete a procesos de pasteurización. Estos procesos, sirven para eliminar la alta concentración de bacterias. A mayor temperatura de pasteurización se utiliza, la nata se conservará durante más tiempo. Tras someterse a la pasteurización la nata puede mantenerse a temperatura ambiente y una vez abierta puede durar más de una semana en el frigorífico.

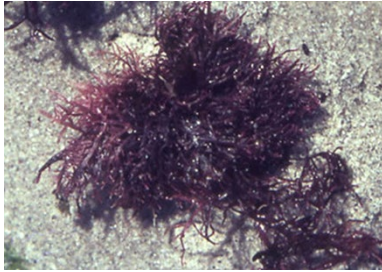


[By wuestenigel \(CC BY\)](#)

3.5. LA NATA

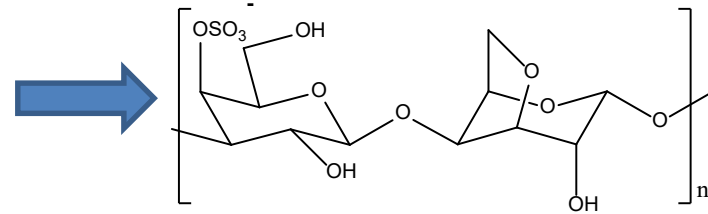
Existen diferentes **tipos de nata** en el mercado. Las más comunes son las siguientes:

- 1) Nata fresca pasteurizada.** Su porcentaje en grasas suele ser del 35%. A este tipo de nata se le suele añadir carragenina. La carragenina es una sustancia que se extrae de las algas de la familia *Rhodophyceae* (algas rojas) y que funciona como emulsionante entre agua y grasas. Esta nata se utiliza en la preparación de nata montada, mantequilla o panna cotta.



Rhodophyceae

By [Mary Gillham \(CC BY 2.0\)](#)



Estructura molecular de carragenano

El carragenano, la carragenina o los carragenanos se trata de una mezcla de polisacáridos derivados de la galactosa. En las algas rojas se encuentra rellenando los huecos de las paredes celulares de celulosa.

- 2) Nata de montar UHT.** Tiene un porcentaje en grasas similar a la nata fresca pasteurizada. Esta nata se esteriliza a más de 100 °C durante unos segundos. Además se realiza una homogeneización para que las fases no se separen.
- 3) Nata de cocina UHT.** Es similar a la nata de montar UHT, pero tiene un contenido en grasas menor, sobre 22%. No se puede utilizar para montar. Se utiliza para salsas de pasta o similares.
- 4) Nata vegetal.** No es nata real dado su origen vegetal. Muchas veces tienen grasas hidrogenadas que no son saludables.

3.5. LA NATA

Y, ¿en qué consiste el proceso de **montar la nata**?

Para montar la nata se utiliza una varilla. Al agitar la nata (que al inicio se encuentra como fase líquida) con la varilla se introducen burbujas de aire en la nata.

Mediante la agitación las partículas de grasa se van uniendo, es entonces cuando ocurre la coalescencia de algunas de las partículas de grasa.

Según va ocurriendo la coalescencia de las grasas, las burbujas de aire se van estabilizando con la ayuda de las grasas unidas.

Al seguir agitando la nata, las burbujas cada vez se van haciendo más pequeñas porque se van rompiendo. De esta forma las partículas de grasa unidas van dando rigidez al sistema.

La coalescencia total no ocurre porque hay grasas que se encuentran parcialmente cristalizadas. Por eso es importante realizar el proceso a baja temperatura.

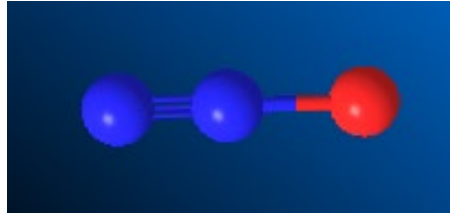
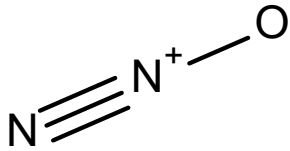


[By Rhett Sutphin \(CC BY 2,0\)](#)

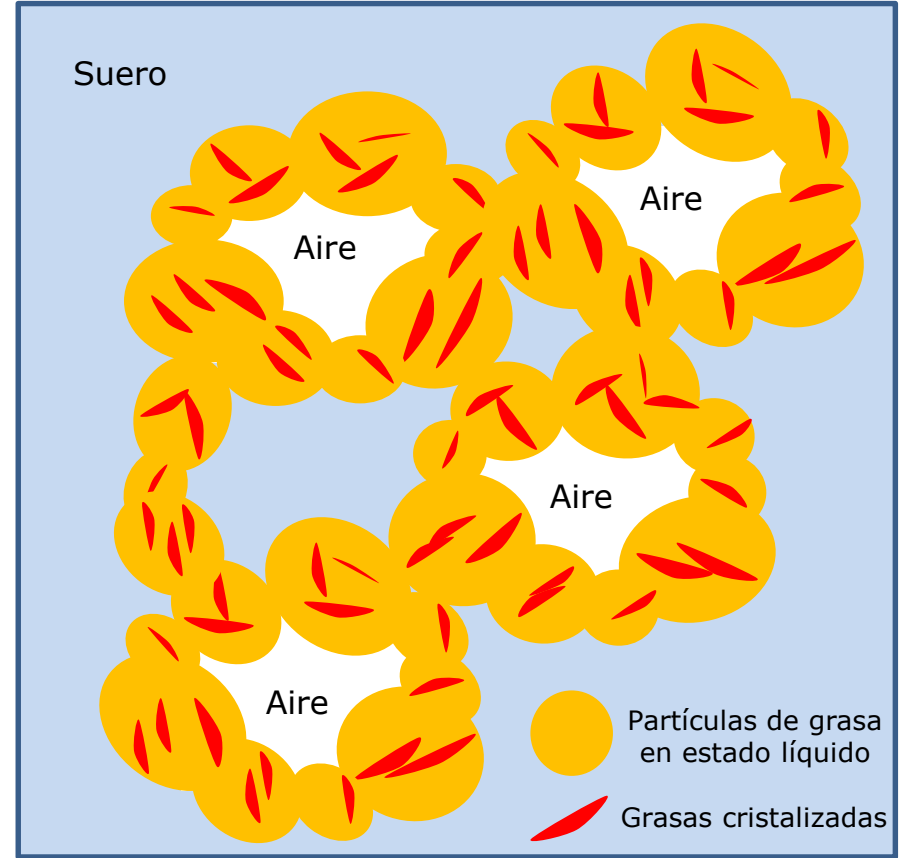
3.5. LA NATA

Finalmente, se obtiene una estructura física similar a la esquematizada en la figura de la derecha donde todas las burbujas de aire estarán cubiertas de grasa y a su vez estarán unidas entre sí formando una estructura semirrígida.

La nata de los botes de spray tiene disuelta en la nata líquida moléculas de gas de óxido nítrico. Cuando añadimos esta nata a cualquier sustancia es importante agitar bien el bote para mezclar la nata y el gas. Tras salir la nata con el gas disuelto, el gas sale hacia la atmósfera y se forman las burbujas que hacen que se monte la nata.



El óxido de nitrógeno(I), monóxido de dinitrógeno, óxido hiponitroso, protóxido de nitrógeno o anhídrido hiponitroso de fórmula química N_2O , se conoce también como gas hilarante o gas de la risa. Este gas es incoloro, tiene un olor dulce y ligeramente tóxico, efecto anestésico y disociativo.



3.5. LA NATA

Para elaborar una nata montada ideal hay que tener en cuenta el tiempo que se precisa para montarla, la consistencia del producto final, el volumen de aire añadido (overrun) y la estabilidad de la nata.

Los **parámetros** que pueden ser controlados para **elaborar nata montada** son los siguientes:

- 1) Temperatura.** La temperatura ideal para montar la nata oscila entre los 2 y los 6 °C, ya que las partículas de grasa tienen que unirse entre ellas rodeando a las burbujas de aire y manteniendo un estado parcialmente sólido.
- 2) Contenido en grasas.** A mayor contenido en grasas se necesita menos tiempo para montar la nata y además se consigue que tenga mayor consistencia y que la espuma final sea más estable y firme.
- 3) Volumen de aire.** A mayor porcentaje en grasas se puede conseguir añadir mayor volumen de aire.
- 4) Tratamiento térmico.** La nata que se vende comercialmente es siempre pasteurizada. Durante este proceso a mayor temperatura se haya alcanzado, más tardará en montarse.

Nota: Las sustancias que dan sabor a la leche suelen estar disueltas en las grasas, es decir, son lipófilas. Por lo tanto, la leche desnatada dado que tiene menos grasas tiene menos sabor o es menos sabrosa que la leche entera, y esta es menos sabrosa que la nata.

3.6. LA MANTEQUILLA

En Asia hay datos sobre la existencia de la elaboración de la mantequilla 2.000 años antes de Cristo, por lo que es uno de los sistemas más antiguos de conservación de las grasas de la leche.

La mantequilla es un sistema de emulsión de gotas de agua en grasa, es decir, w/o (water in oil). En las gotas de agua se encuentran las proteínas y la lactosa.

La mantequilla debe tener un porcentaje mínimo de grasa del 80% y un porcentaje máximo de agua del 16%.

La mantequilla puede tener un color más blanquecino o amarillento. Esto se debe sobretodo a la alimentación del ganado, ya que cuando el ganado consume muchos carotenos el color de la mantequilla se torna más amarillento. Este hecho también está relacionado con su aportación de vitamina A.

Para la preparación de mantequilla se suele utilizar la nata. Debido a que la nata se somete a procesos de pasteurización, no tiene casi microorganismos. Es por ello, que para que ocurra la fermentación de la nata y obtener la mantequilla se utilizan normalmente diferentes bacterias.

Las bacterias *Lactococcus lactis ssp. diacetylactis* producen el diacetilo o 2,3-butandiona que da el olor típico a la mantequilla. Las bacterias *Lactococcus lactis ssp. lactis* se introducen para producir ácido láctico en la nata y agriarla.

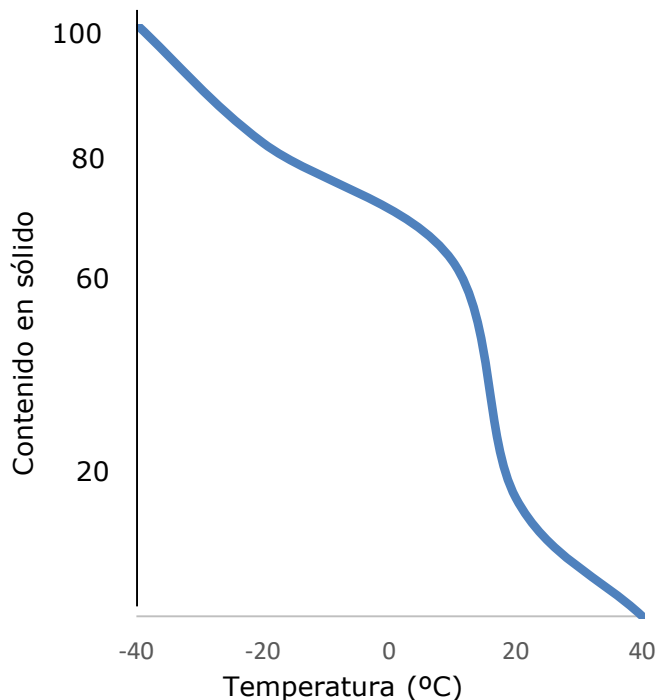
Una vez fermentada la nata, se enfría muy rápidamente entre los 7 y 13 °C para que se formen pequeños cristales de grasa. Después se realiza una agitación mecánica muy vigorosa (a la misma temperatura) y de esta forma los cristales de grasa rompen la membrana de las partículas de grasa líquida. Ocurrirá una inversión de la emulsión, es decir, se pasa de una emulsión o/w de la nata a una emulsión w/o. Finalmente, la parte acuosa se separará para tener lista la mantequilla.



[By David Masters \(CC BY 2.0\)](#)

3.6. LA MANTEQUILLA

El estado de la mantequilla es complejo. A temperatura ambiente se encuentra en estado sólido y a partir de 37 °C funde, pero no tiene un punto de fusión ya que realmente la mantequilla es un sistema complejo en el que aparecen distintas moléculas o sistema de moléculas.



En el gráfico de la izquierda se representa la **cantidad de contenido en sólido en la mantequilla** en función de la temperatura.

A -40 °C la mantequilla en su totalidad se encuentra en estado sólido. Al aumentar la temperatura se observa como poco a poco aumenta el contenido de líquidos en la mantequilla. Es por ello que a la temperatura del frigorífico (sobre 4 °C), la mantequilla se encuentra casi totalmente en estado sólido.

A partir de los 15 °C la mantequilla puede untarse ya que aumenta drásticamente el contenido de mantequilla en estado líquido.

A partir de los 37 °C se encuentra casi en su totalidad en estado líquido.

Si se quiere volver a solidificar la mantequilla, hay que disminuir la temperatura por debajo de los 25 °C.

Estas diferentes temperaturas se deben sobre todo a los distintos tipos de grasa. El glicerol butírico se funde a -75 °C y el glicerol triesteárico a los 72 °C.

3.6. LA MANTEQUILLA

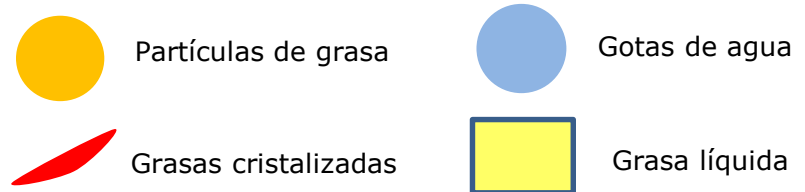
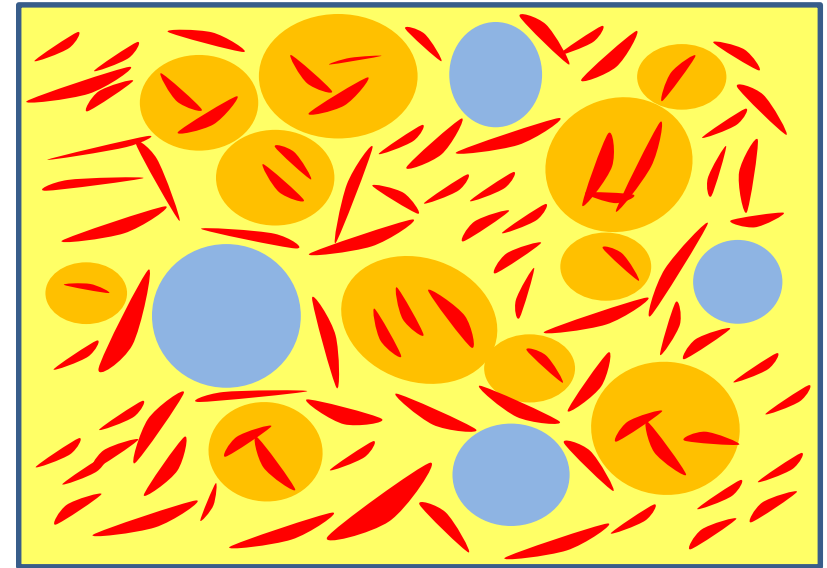
En el perfil de contenido en sólido frente a la temperatura se observa también que según disminuye la temperatura aumenta la cantidad de cristales en la mantequilla y por tanto está se vuelve más dura.

La cremosidad de la mantequilla depende de las grasas que la componen que está directamente relacionado con la relación entre los cristales de grasa y la grasa en estado líquido.

Si estuviéramos a una temperatura de unos 15 °C se observaría una **estructura física de la mantequilla** como la descrita esquemáticamente en la figura a la derecha.

Como se ha mencionado la mantequilla es un sistema coloidal de emulsión w/o, es decir, a la temperatura de 15 °C se observa como el medio dispersante es la grasa líquida, mientras que el medio disperso es el agua en forma de gotas. Además se observan también partícula o glóbulos de grasa.

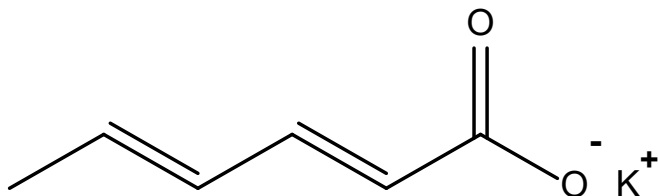
En todos los medios grasos, es decir, tanto en las partículas de grasa como en la grasa líquida dispersante se observan pequeños cristales de grasas.



3.6. LA MANTEQUILLA

Existen distintos **tipos de mantequilla** distintos a la mantequilla clásica. En todas ellas la principal diferencia es el contenido en grasas. La mantequilla clásica tiene en torno a un 80% de contenido de grasas. A continuación se numeran y describen otros tipos de mantequillas:

- 1) Mantequilla clarificada.** Se trata de una mantequilla sin proteínas, ni agua, ni ninguna sustancia soluble en agua.
- 2) Mantequilla aligerada o “tres cuartos”.** Tiene un 60% de grasas, es decir, un 20% menos de grasa que la mantequilla tradicional. El porcentaje eliminado de grasa es sustituido por agua. Esto hace que este tipo de mantequilla pueda degradarse más fácilmente debido a la proliferación de mohos y bacterias. Normalmente para evitar este efecto de degradación se le añade sorbato de potasio que actúa como conservante.



El sorbato de potasio o potásico también llamado sal de potasio del ácido sórbico, es una sal que se utiliza como conservante de alimentos y que señala con el código E202.

- 3) Media mantequilla.** Tiene un porcentaje en grasas sobre el 40%. En este caso no se añade agua para realizar la reducción de grasas, sino que son sustituidas por grasas vegetales.

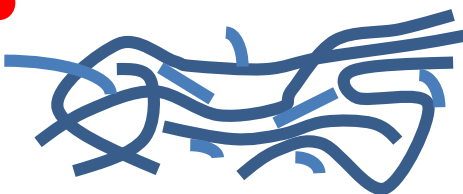
3.6. LA MANTEQUILLA

Las **funciones culinarias de la mantequilla** son diversas. Además de las descritas para la leche, también tiene otras funciones que se aplican sobre todo al mundo de la pastelería. Las principales funciones distintas a las de la leche son:

1) Bloqueantes del gluten. Al añadir mantequilla a una masa de harina no se forma gluten. Las grasas de la mantequilla envuelven a los gránulos de almidón que contiene la harina y también a las proteínas. Al añadir agua la grasa no permite que las proteínas se entrelacen y unan para formar el gluten. Este efecto se utiliza en la masa quebrada y la masa brisa.

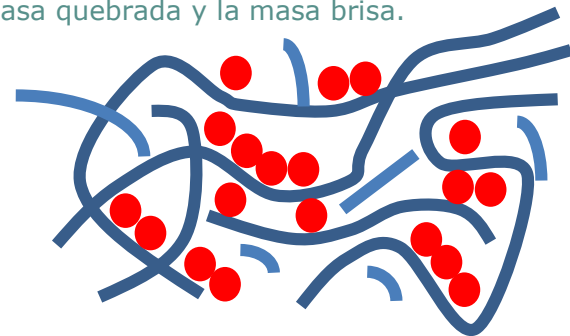


Gliadina



Glutenina

El gluten es una proteína compleja formada por la unión de las proteínas gliadina y glutenina que se encuentra en el grano de algunos cereales como trigo, cebada y centeno



2) Formación de estructuras laminares. Se realizan finas capas de masa que se alternan con las capas de mantequilla. La mantequilla hace que las capas queden totalmente separadas y no se forme gluten. Al cocinarse, se evapora el agua de la mantequilla y ese vapor de agua levanta más las capas y las separa. Gracias a esta propiedad se elabora el hojaldre, croissants o milhojas.

3) Reacciones específicas de Maillard. La lactosa de la mantequilla participa en la reacción. A partir de los 120 °C las proteínas y la lactosa se unen y se observa un color marrón que tiene un aroma a avellana.

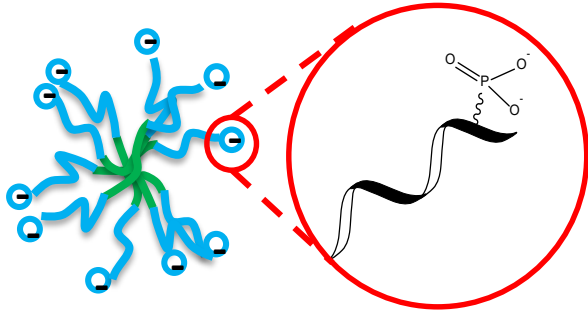
4) Saporificantes. Durante la cocción de la mantequilla aumenta la concentración de lactonas y metilcetobas que dan sabores y olores característicos.

5) Aireantes. Al batir la mantequilla líquida con azúcar se introduce aire en la masa que forman microburbujas. Durante la cocción estas burbujas se expanden y hacen que el producto final sea más ligero.

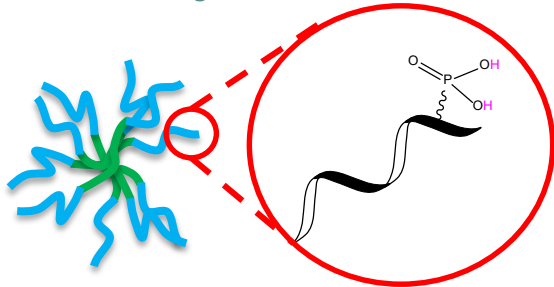
3.7. PRODUCTO DERIVADO DE LA LECHE FERMENTADA: EL QUESO

En la elaboración del queso, la leche se transforma en dos sustancias. Por una parte, se forman grumos sólidos que tras adquirir forma se convierten en el queso; y por otra, durante la formación del queso aparece un líquido denominado suero. El suero contiene agua y las sueroproteínas.

Para elaborar el queso primero hay que calentar la leche. Después hay que añadir ácido para provocar la formación del queso en grano.



Eliminación de cargas mediante adición de ácido



[By julesjulesjules m \(CC BY 2.0\)](#)

¿Por qué el ácido “cocina” las proteínas de la leche y el calor no?

El ácido induce a la neutralización de las cargas negativas superficiales de las micelas. Este efecto se da sobre los grupos fosfato. Estos grupos contienen un átomo de fósforo rodeado de cuatro átomos de oxígeno. Dos de estos átomos de oxígeno pueden tener carga negativa. Cuando se añade ácido al medio acuoso, el ácido cede un protón (H⁺). A partir de cierta concentración de protones el fosfato es capaz de captarlos sobre los átomos negativos del oxígeno y en ese momento se neutralizan las cargas. Desde este momento las micelas de caseínas ya no se repelen sino que se agregan o agrupan entre sí.

3.7. PRODUCTO DERIVADO DE LA LECHE FERMENTADA: EL QUESO

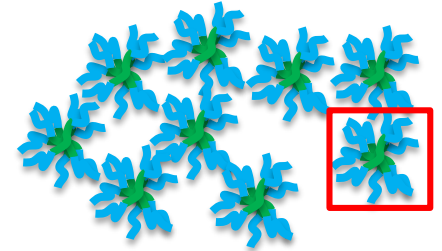
La agrupación de las micelas de caseína da lugar a la formación de los granos de queso. En esta etapa estos granos atrapan parte de la grasa de la leche. El líquido que queda es el suero. La interacción en este momento, está aún poco definida y es algo aleatoria. Las partículas están unidas por fuerzas no permanentes.

¿Cómo se consigue la consistencia del queso?

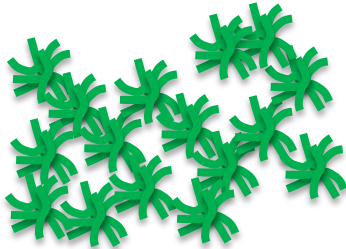
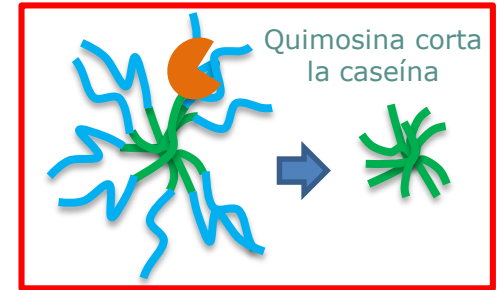
Gracias a la quimosina. La quimosina es una proteína que se extrae del estómago de rumiantes jóvenes (terneros, cabritos o corderos). En el proceso de extracción se extrae tanto la quimosina como otras proteínas y a esta mezcla se le denomina cuajo. Existen varias plantas que producen enzimas que pueden cuajar la leche y sustituir al cuajo del estómago de rumiantes.

La *kappa*-caseína (κ -caseína) que es una de las proteínas que integran la caseína sería equivalente a la zona hidrofílica de las micelas de caseína. La quimosina se encarga de trocear esas zonas. De forma que tras su tratamiento se pasa de una red floja de caseína a una red firme.

El proceso de cuajado en el que influyen tanto el tiempo de permanencia, así como la temperatura y el tipo de mezclado, la concentración de calcio y el tipo de procesado y de envejecimiento al que se someta al queso, es el que determina la red de proteínas y su fuerza de unión, y que finalmente derivan en el queso final obtenido. El calcio facilita la unión de las partículas de caseína, por lo que a mayor concentración de calcio el queso que se obtendrá será más duro.



Red floja de caseína



Red firme de caseína

3.8. EL HELADO

El helado es una mezcla compleja de moléculas, concretamente es un sistema coloidal denominado espuma y se crea a partir de una emulsión que se congela. La emulsión se consigue al mezclar tres ingredientes principales que se han descrito a lo largo de este curso como son: azúcar, huevo y leche.

La preparación del helado se puede dividir en tres pasos fundamentales: la preparación de la base líquida del helado, el batido o agitación y la congelación. Estas etapas muchas veces se dan de forma simultánea por lo que es necesario comprender todas las etapas en su conjunto.

ETAPA 1. PREPARACIÓN DE LA BASE LÍQUIDA DEL HELADO

Siempre se utiliza azúcar, huevo y leche. Durante esta etapa producimos la emulsión.

El huevo aporta proteínas y lecitina. Ambas moléculas pueden ser emulsionantes anfífilos que estabilizan las emulsiones, es decir, son estabilizantes químicos naturales. No obstante, también se pueden utilizar otros estabilizantes como el carragenato, gelatina, xantano, goma guar, etc. (este tipo de moléculas se describen mejor en el capítulo 7 y capítulo 8).

El azúcar frena a las moléculas de agua (como cuando elaboramos una mermelada) y reduce el punto de congelación del agua en el helado. El azúcar ayuda a que en el helado el 30-40% de las moléculas de agua estén atrapadas en los cristales de hielo que se forman en la etapa de la congelación.

La leche aporta las grasas y el agua, ambas fases imprescindibles en el proceso de emulsión.



By [TheCulinaryGeek](#) (CC BY 2.0)

3.8. EL HELADO

ETAPA 2. PREPARACIÓN DEL BATIDO

Tras la preparación de la base líquida del helado hay que batir bien la mezcla conseguida por varias razones: 1) para mezclar y conseguir que todo el líquido se enfríe uniformemente y no sólo por la zona externa; 2) arrastrar el hielo que se forma en los laterales del intercambiador de calor y de esta forma disminuir el tamaño de los cristales de hielo al máximo; y 3) mediante el batido o agitación el aire penetra y se integra en el helado formándose la espuma.

La espuma del helado hace que sea más ligero y tengo un sabor cremoso.

Una espuma se consigue cuando bolsas de aire quedan atrapadas en el interior de un líquido o un sólido. Como ejemplos clásicos de espumas sólidas se encuentran el poliestireno expandido y las esponjas para fregar, y en cuanto a espumas líquidas se encuentra la espuma de afeitar o las típicas espumas de la cerveza o espuma de la leche del café capuchino. Otro ejemplo clásico de espuma líquida se consigue con las claras de huevo batidas con azúcar, que tras calentarlas se convierten en merengue que es una espuma sólida (véase capítulo 2).

La existencia de burbujas de aire dentro de una matriz líquida o sólida cambia las propiedades culinarias totalmente. Las espumas son más suaves y se comen más fácil que los mismos alimentos en los que no se ha añadido aire. Por ejemplo, normalmente el pan común se elabora con levadura y de esta forma tras hornear y en la parte interna (la miga) se consigue una espuma sólida que se mastica muy fácilmente. Sin embargo, el pan elaborado sin levadura o con muy poca cantidad de levadura, es muy denso y resulta más complicado de comer.

La espuma se forma mediante la inyección de aire, pero hay que estabilizarlas para que no desaparezca rápidamente. Para ello, se utilizan estabilizantes. En el caso del pan, es el gluten que atrapa las moléculas de carbono dióxido, por ejemplo. En la cocina moderna se utilizan productos como goma de xantana y lecitina. En el helado son las partículas de la grasa de la leche las moléculas estabilizadoras de la espuma.

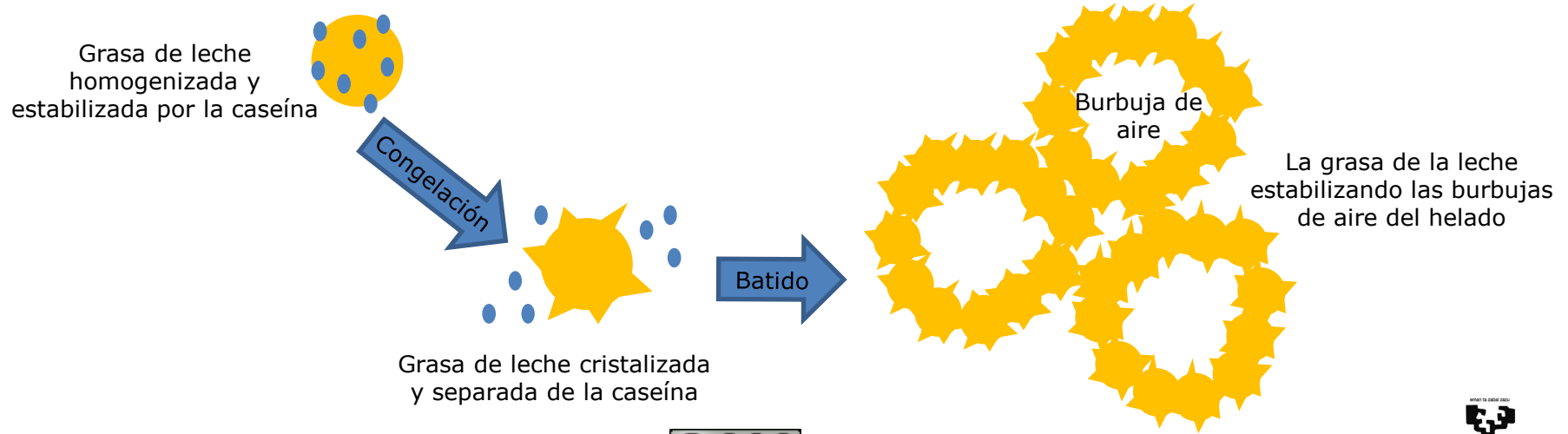
Los emulsionantes rompen las interacciones entre la caseína y las partículas de grasa descritas anteriormente.

3.8. EL HELADO

ETAPA 2. PREPARACIÓN DEL BATIDO

Durante la estabilización de la espuma en el helado, es muy importante el efecto que genera la grasa. Al batir la grasa, se incorpora aire a la nata y las partículas de grasa empiezan a formar una red. En dicha red se encontrarán las burbujas de aire. Dado que durante este proceso también ocurre la congelación (siguiente etapa) ocurrirá que las partículas de grasa ya no estarán estabilizadas por la caseína y además adquirirán rugosidades punzantes sobre su superficie. Durante el batido los extremos punzantes de la grasa chocarán e irán perforándose unos con otros uniéndose las distintas partículas de grasa y generando una red de burbujas. La grasa cristaliza de una forma desordenada, es decir, se genera un vidrio de grasa en el que se forman pequeñas espículas de grasa alrededor de la partícula. Este efecto hace que pierdan la superficie lisa de la gota.

El aireado u *overrun* es el proceso de crecimiento por infusión de aire y es el responsable de la expansión del helado.



3.8. EL HELADO

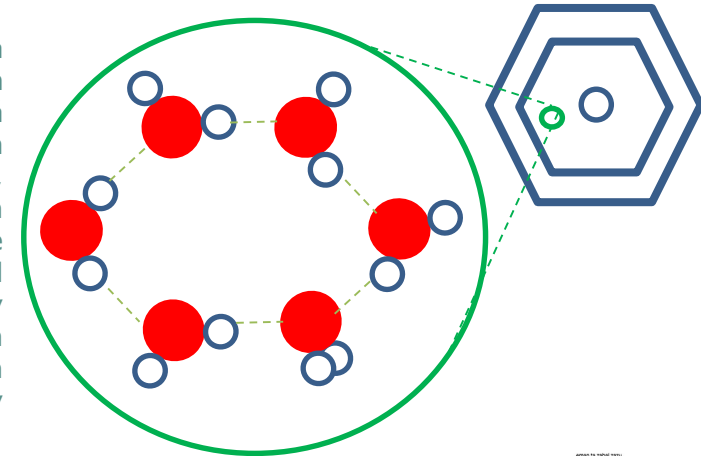
ETAPA 3. CONGELACIÓN

Al comenzar a enfriar la base del helado, los distintos componentes cristalizan. He helado debe de ser suave y cremoso, es decir, no debe crujir y para ello hay que evitar los trozos de hielo. La clave para conseguir este efecto es conseguir una congelación muy rápida.

Para realizar el enfriamiento se utiliza una heladera. Una heladera es un aparato que contienen intercambiadores de calor. En su interior contienen propilenglicol (base de anticongelantes) o alguna salmuera (mezcla de agua y sal). El intercambiador de calor se encontrará congelado y de forma espontánea se transferirá el calor del punto caliente al frío.

Para conseguir un helado ideal es muy importante disminuir muy rápidamente la temperatura del batido para que haya menos cristalización organizada de las moléculas de agua, es decir, hay que lograr que los cristales de hielo sean lo más pequeños posible.

Durante el proceso de congelación se disminuye la temperatura. Si la temperatura se disminuye lentamente, mientras las moléculas se cristalizan continúan moviéndose. La velocidad a la que se mueven estas moléculas será cada vez menor a medida que disminuya la temperatura y las moléculas se irán moviendo e organizando según estén más estables unas con otras. Sin embargo, cuando el descenso de la temperatura es muy brusco, las moléculas no tendrán posibilidad de moverse y organizarse. Observando el caso de las moléculas de agua, estas precisan de las moléculas adyacentes con las que se unen y se da el proceso de congelación. Debido a la electronegatividad del oxígeno y electropositividad del hidrógeno del agua, las posiciones en las que se ordenan las moléculas son concretas durante la cristalización, es decir, los átomos ocupan las posiciones más estables o de menor energía. Esta ordenación es hexagonal y se replica a medida que se forman los cristales de hielo.



ETAPA 3. CONGELACIÓN

¿Podríamos utilizar nitrógeno líquido para elaborar helado?

Si utilizamos nitrógeno líquido que alcanza una temperatura de $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, se consigue un helado perfecto, muy cremoso y congelado. Esto se debe a que la congelación es tan rápida que las moléculas de agua no tienen la posibilidad de moverse muy lejos antes de congelarse, dando lugar a cristales de hielo muy pequeños. Además, por este mismo hecho, con este tipo de congelación rápida, no es necesaria la adición de la misma cantidad de emulsionantes o estabilizantes que en la preparación habitual con el uso de una heladera.

¿Cuál es la diferencia entre el helado y el *gelato*?

Ambas recetas utilizan la mismas cantidades de ingredientes y preparación. Sin embargo, existen dos grandes diferencias entre uno y otro. La primera es que el *gelato* se tiene que conservar para su consumo a una temperatura mucho más elevada que a la que se mantiene el helado. La segunda, es la cantidad de aireado, ya que en un helado convencional se aplica hasta un 100% y esto supone que la masa aireada aumenta su volumen al doble debido a la cantidad de aire incorporado; mientras que en el *gelato* esa cantidad no puede superar al 10%. Debido a estas dos razones el *gelato* es más denso y se consume a una temperatura que hace que el sabor y aroma de la crema sean mucho más intensos.