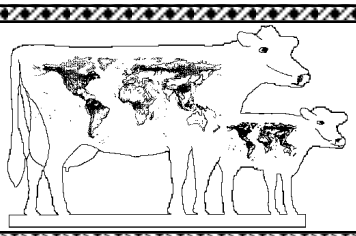
Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera
Universidad de Wisconsin-Madison



Esenciales Lecheras

19) COMPOSICION DE LA LECHE Y VALOR NUTRICIONAL

Michel A. Wattiaux
Instituto Babcock

¿QUE ES LA LECHE?

La leche es el producto normal de secreción de la glándula mamaria. Los promedios de la composición de la leche de vaca y búfalo se presentan en la Tabla 1. La leche es un producto nutritivo complejo que posee más de 100 substancias que se encuentran ya sea en solución, suspensión o emulsión en agua. Por ejemplo:

- Caseína, la principal proteína de la leche, se encuentra dispersa como un gran número de partículas sólidas tan pequeñas que no sedimentan, y permanecen en suspensión. Estas partículas se llaman micelas y la dispersión de las mismas en la leche se llama suspensión coloidal;
- La grasa y las vitaminas solubles en grasa en la leche se encuentran en forma de emulsión; esto es una suspensión de pequeños glóbulos líquidos que no se mezclan con el agua de la leche;
- La lactosa (azúcar de la leche), algunas proteínas (proteínas séricas), sales minerales y otras substancias son solubles; esto significa que se encuentran totalmente disueltas en el agua de la leche.

Tabla 1: Composición de la leche de diferentes especies (por cada 100 gramos)

Nutriente	Vaca	Búfalo	Humano
Agua, g	88,0	84,0	87,5
Energía, kcal	61,0	97,0	70,0
Proteína, g	3,2	3,7	1,0
Grasa, g	3,4	6,9	4,4
Lactosa, g	4,7	5,2	6,9
Minerales, g	0,72	0,79	0,20

Las micelas de caseína y los glóbulos grasos le dan a la leche la mayoría de sus características físicas, además le dan el sabor y olor a los productos lácteos tales como mantequilla, queso, yoghurt, etc.

La composición de la leche varía considerablemente con la raza de la vaca, el estado de lactancia, alimento, época del año y muchos otros factores. Aún así, algunas de las relaciones entre los componentes son muy estables y pueden ser utilizados para indicar si ha ocurrido algún adulteración en la composición de la leche. Por ejemplo, la leche con una composición normal posee una gravedad específica que normalmente varía de 1,023 a 1,040 (a 20^{o}C) y un punto de congelamiento que varía de -0,518 a -0,543^{o}C. Cualquier alteración, por agregado de agua por ejemplo, puede ser fácilmente identificada debido a que estas características de la leche no se encontrarán más en el rango normal. La leche es un producto altamente perecedero que debe ser enfriado a 4^{o}C lo más rápidamente posible luego de su colección. Las temperaturas extremas, la acidez (pH) o la contaminación por microorganismos pueden deteriorar su calidad rápidamente.

LECHE COMO ALIMENTO HUMANO

Agua

El valor nutricional de la leche como un todo es mayor que el valor individual de los nutrientes que la componen debido a su balance nutricional único. La cantidad de agua en la leche refleja ese balance. En todos los animales, el agua es el nutriente

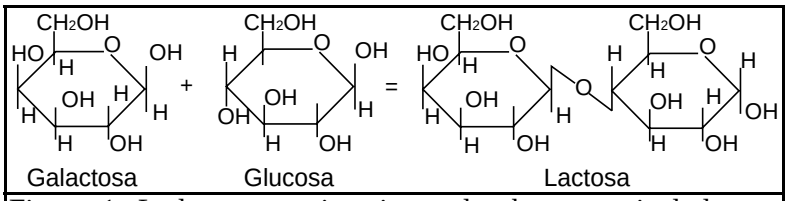


Figura 1: La lactosa se sintetiza en la ubre a partir de la glucosa y galactosa.

requerido en mayor cantidad y la leche suministra una gran cantidad de agua, conteniendo aproximadamente 90% de la misma.

La cantidad de agua en la leche es regulada por la lactosa que se sintetiza en las células secretoras de la glándula mamaria. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria. La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que su suministro es limitado o no se encuentra disponible. Esta es una de las razones por las que la vaca debe de tener libre acceso a una fuente de agua abundante todo el tiempo.

Hidratos de carbono

El principal hidrato de carbono en la leche es la lactosa (Figura 1). A pesar de que es un azúcar, la lactosa no se percibe por el sabor dulce. La concentración de lactosa en la leche es relativamente constante y promedia alrededor de 5% (4.8%-5.2%). A diferencia de la concentración de grasa en la leche, la concentración de lactosa es similar en todas las razas lecheras y no puede alterarse fácilmente con prácticas de alimentación. Las moléculas de las que la lactosa se encuentra constituida se encuentran en una concentración mucho menor en la leche: glucosa (14 mg / 100 g) y galactosa (12 mg / 100 g).

En una proporción significativa de la población humana, la deficiencia de la enzima lactasa en el tracto digestivo resulta en la incapacidad para digerir la lactosa. La mayoría de los individuos con baja actividad de lactasa desarrollan síntomas de intolerancia a grandes dosis de lactosa, pero la mayoría puede consumir cantidades moderadas de leche sin padecer malestares. No todos los productos lácteos poseen proporciones similares de lactosa. La fermentación de lactosa durante el procesado baja su concentración en muchos productos, especialmente en los yogures y quesos. Además, leche pretratada con lactasa, que minimiza los problemas asociados con la intolerancia a la lactosa, se encuentra disponible en el mercado.

Proteínas

La mayor parte del nitrógeno de la leche se encuentra en la forma de proteína (Figura 2). Los bloques que construyen a todas las proteínas son los aminoácidos. Existen 20 aminoácidos que se encuentran comúnmente en las proteínas. El orden de los aminoácidos en una proteína, se determina por el código genético, y le otorga a la proteína una conformación única. Posteriormente, la conformación espacial de la proteína le otorga su función específica.

La concentración de proteína en la leche varía de 3.0 a 4.0% (30-40 gramos por litro). El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche. Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche-cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína.

Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%). Históricamente, esta clasificación es

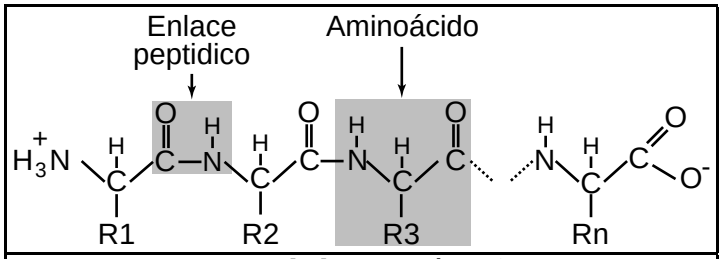


Figura 2: Estructura de las proteínas (R1, R2, etc., son los radicales específicos de cada aminoácido. El número de aminoácidos en la caseína de la leche varía de 199 a 209).

debida al proceso de fabricación de queso, que consiste en la separación del cuajo de las proteínas séricas luego de que la leche se ha coagulado bajo la acción de la renina (una enzima digestiva colectada del estómago de los terneros).

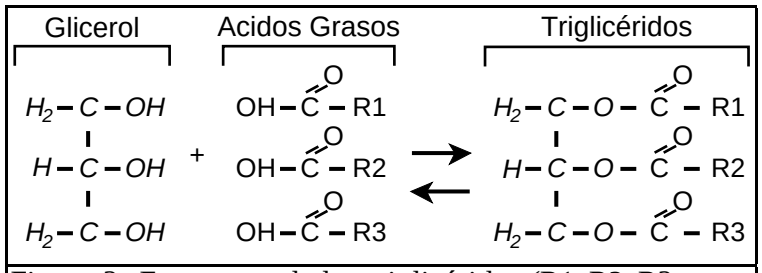


Figura 3: Estructura de los triglicéridos (R1, R2, R3, representan las cadenas de ácidos grasos que le otorgan a los triglicéridos sus características individuales.)

El comportamiento de los diferentes tipos de caseína (α, β y κ) en la leche al ser tratada con calor, diferente pH (acidez) y diferentes concentraciones de sal, proveen las características de los quesos, los productos de leche fermentada y las diferentes formas de leche (condensada, en polvo, etc.).

Ocasionalmente, los niños o lactantes son alérgicos a la leche debido a que su cuerpo desarrolla una reacción a las proteínas en la leche. La alergia produce erupciones en la piel, asma y/o desórdenes gastrointestinales (cólicos, diarrea, etc.). En los casos de alergia, la leche de cabra es utilizada generalmente como substituto; aún así, algunas veces la leche con caseína hidrolizada debe ser utilizada.

Grasa

Normalmente, la grasa (o lípido) constituye desde el 3,5 hasta el 6,0% de la leche, variando entre razas de vacas y con las prácticas de alimentación. Una ración demasiado rica en concentrados que no estimulan la rumia en la vaca, puede resultar en una caída en el porcentaje de grasa (2,0 a 2,5%).

La grasa se encuentra presente en pequeños glóbulos suspendidos en agua. Cada glóbulo se encuentra rodeado de una capa de fosfolípidos, que evitan que los glóbulos se aglutinen entre sí repeliendo otros glóbulos de grasa y atrayendo agua. Siempre que esta estructura se encuentre intacta, la leche permanece como una emulsión. La mayoría de los glóbulos de grasa se encuentran en la forma de triglicéridos formados por la unión de glicerol con ácidos grasos (Figura 3). Las proporciones de ácidos grasos de diferente largo determina el punto de fusión de la grasa y por lo tanto la consistencia a la mantequilla que deriva de ella. La grasa de la leche contiene principalmente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de ocho átomos de carbono) producidas de unidades de ácido acético derivadas de la fermentación ruminal. Esta es una característica única de la grasa de la leche comparada con otras clases de grasas animales y vegetales. Los ácidos grasos de cadena larga en la leche son principalmente los insaturados (deficientes en hidrógeno), siendo los predominantes el oleico (cadena de 18 carbonos), y los polinsaturados linoleico y linolénico.

Minerales y vitaminas

La leche es una fuente excelente para la mayoría de los minerales requeridos para el crecimiento del lactante. La digestibilidad del calcio y fósforo es generalmente alta, en parte debido a que se encuentran en asociación con la caseína de la leche. Como resultado, la leche es la mejor fuente de

Tabla 2: Concentraciones minerales y vitamínicas en la leche (mg/100ml)

MINERALES	mg/100 ml	VITAMINAS µg/100 ml[1]	
Potasio	138	Vit. A	30,0
Calcio	125	Vit. D	0,06
Cloro	103	Vit. E	88,0
Fósforo	96	Vit. K	17,0
Sodio	58	Vit. B1	37,0
Azufre	30	Vit. B2	180,0
Magnesio	12	Vit. B6	46,0
Minerales trazas[2]	<0,1	Vit. B12	0,42
		Vit. C	1,7

[1] µg = 0,001 gramo

[2] Incluye cobalto, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, selenio, iodo y otros.

calcio para el crecimiento del esqueleto del lactante y el mantenimiento de la integridad de los huesos en el adulto. Otro mineral de interés en la leche es el hierro. Las bajas concentraciones de hierro en la leche no alcanzan a satisfacer las necesidades del lactante, pero este bajo nivel pasa a tener un aspecto positivo debido a que limita el crecimiento bacteriano en la leche—el hierro es esencial para el crecimiento de muchas bacterias.

LECHE COMO ALIMENTO PARA EL TERNERO

Componentes inmunes

La leche posee proteínas llamadas inmunoglobulinas que son una de las principales defensas contra los organismos infecciosos (virus, bacteria etc.). Las concentraciones de inmunoglobulinas son especialmente altas en el calostro, la leche que se produce en el comienzo de la lactancia. Las inmunoglobulinas no se producen en el tejido mamario pero se transfieren directamente del suero sanguíneo a la leche. El ternero puede absorber las inmunoglobulinas mejor inmediatamente después del nacimiento, con la capacidad de absorción decreciendo a casi cero a las 36 horas de edad. Esto se debe a que el ternero no produce cantidades importantes de ácido clorhídrico en su mucosa gástrica en las primeras 12 horas de vida, de manera que las inmunoglobulinas no se dañan.

El calostro debe ser suministrado al ternero lo más pronto posible luego del nacimiento. Esto, como mínimo, duplicará las oportunidades de sobrevivencia del lactante. Las inmunoglobulinas del calostro son estables en el torrente circulatorio del ternero por 60 días, otorgando protección hasta que el propio sistema inmune es funcional.

El calostro es de vital importancia para el ternero recién nacido, pero también carece de valor comercial y no es aceptado dentro de la colección de leche para consumo humano, de manera que la leche producida por la vaca luego de parir no debe incluirse dentro de la leche para venta de tres a cuatro días. El calostro puede almacenarse congelado para dárselo a otros terneros.

COMPONENTES QUE INFLUENCIAN LA CALIDAD DE LECHE

Células en la leche

Las células somáticas en la leche no afectan la calidad nutricional en sí. Ellas son solamente importantes como indicadores de otros procesos que puede estar sucediendo en el tejido mamario, incluyendo inflamación. Cuando las células se encuentran presentes en cantidades mayores de medio millón por mililitro, existe una razón para sospechar de mastitis

Componentes indeseables en la leche

La leche y sus subproductos son alimentos perecederas. Altos estándares de calidad a lo largo de todo el procesado de la leche son necesarios para alcanzar o mantener la confianza del consumidor, y para hacer que ellos decidan comprar productos lácteos. La leche que deja la finca debe de ser de la más alta calidad nutricional-inalterada y sin contaminar. Presentamos aquí una lista parcial de las substancias indeseables más comunes que se encuentran en la leche:

- Agua adicional;
- Detergentes y desinfectantes;
- Antibióticos;
- Pesticidas o insecticidas;
- Bacterias.

La vigilancia de los productores en seguir las instrucciones en el uso de productos químicos, como también un buen ordeño, limpieza y almacenamiento de los productos no son solo esenciales para su éxito propio pero también para el éxito de la industria lechera en general.