Composición de la leche

¿Que es la leche?

La leche es una combinación de diferentes suspensiones de materia en agua. Contiene:
- Suspensiones coloidales de pequeñas partículas sólidas de caseína (micelas);
- Una emulsión de glóbulos de grasa de la leche y de vitaminas liposolubles que se mantienen en suspensión;
- Una solución de lactosa, proteínas solubles en agua, sales minerales y otras substancias.

Las micelas de caseína y los glóbulos de grasa le otorgan a la leche la mayoría de las características físicas (estructura y color) que se ven en los productos lácteos. La composición de la leche varía considerablemente con la raza de la vaca, estado de lactancia, alimentación y época del año. Aún así, algunas de las relaciones entre los constituyentes son muy estables y pueden ser utilizadas para indicar si se ha realizado algún tipo de adulteración en la composición de la leche. La leche es un producto extremadamente perecedero y las temperaturas extremas, acidez (pH) o degradación por microorganismos pueden cambiar sus características rápidamente. La leche es una mezcla estable de grasa, proteínas y otros sólidos suspendidos en agua.

QUIMICA DE LA LECHE

AGUA

La leche es aproximadamente 90% agua. La cantidad de agua en la leche se determina principalmente de acuerdo a cuanta lactosa se encuentra presente. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria, proviniendo principalmente de la dieta y en un grado mucho menor de la combustión de energía del cuerpo. La producción de leche es afectada rápidamente por una disminución de agua y cae el mismo día que el suministro de agua es limitado o no 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.

Debido a su alto contenido de agua y la necesidad de mantener constante la dilución de los sólidos, la producción de leche cae rápidamente si el agua bebida es insuficiente.

CARBOHIDRATOS

El principal hidrato de carbono en la leche es la lactosa, la concentración en la que excede a los otros "menores" carbohidratos se presenta en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Carbohidratos de la leche

Hidrato de carbono mg/100 ml Lactosa 5000 Glucosa 14 Galactosa 12 Myoinositol 4-5 N-acetylglucosamine 11 Acido N-acetylneuraminic 4-5* Oligosacáridos de la lactosa 0-10

* Puede elevarse diez veces este nivel en el calostro

La lactosa es un disacárido constituido por una molécula de galactosa y una molécula de glucosa. Por lo tanto, posee dos veces el valor calórico (contenido de energía) por molécula comparado con la glucosa. Esto significa que por unidad de presión osmótica, la lactosa puede poseer el doble de energía para el ternero al compararse con la glucosa. A pesar de que es un "azúcar", la lactosa no se percibe por el sabor dulce. En el procesamiento de los productos lácteos, es la base para la fermentación de productos tales como el yoghurt. Otros carbohidratos se encuentran en una cantidad muy pequeña comparados con la lactosa. La glucosa y galactosa se encuentran presentes debido a que son los precursores de la lactosa y algunas veces los excesos se vierten a la leche.

Figura 3.1: La lactosa es un disacárido constituido por glucosa y galactosa

La lactosa constituye el 52% del total de sólidos en la leche y un 70% de los sólidos en el suero. La lactosa no se encuentra generalmente en productos naturales que no sean lácteos y en los animales se produce solamente en la glándula mamaria. Su principal función en la naturaleza es la de proveer de energía al ternero lactante. La concentración de lactosa es cerca de 5% (4.8%-5.3%) en la leche entera. Cuando la lactosa se produce en las células secretorias, el agua es arrastrada dentro del alvéolo del tejido mamario para mantener una presión osmótica constante de los materiales en solución. Existe una estrecha correlación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche; cuanto mayor es el contenido de grasa, mayor es el de proteína.

Figura 3.2: Componentes de la leche

PROTEINAS

El nitrógeno se encuentra en la leche de dos maneras, como proteína y como nitrógeno no proteico. Las proteínas constituyen entre 3.0 y 4.0% del peso total de la leche, o 30-40 gramos por litro. El porcentaje varía con la raza de la vaca y en proporción con la cantidad de grasa en la leche. Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la de proteína; cuanto mayor cantidad de grasa existe, habrá mayor cantidad de proteína. Cada una de las proteínas posee diferentes variaciones, cuya distribución es característica de la raza de la vaca. El comportamiento de las diferentes proteínas de la leche cuando son calentadas, sometidas a diferente pH y concentraciones de sal, provee las características de los quesos, productos de leche fermentada y diferentes formas de leche (condensada, en polvo, etc.).

Tabla 3.2: Proteínas en la leche

Proteínas séricas

19%

-caseína

45%

-caseína*

24%

-caseína

12%

* La -caseína incluye aquí y-caseína, que es un producto del metabolismo de la -caseína.

Las proteínas se clasifican dentro de dos grandes grupos: caseína y proteínas séricas (o no-caseína).

Caseína

La caseína constituye el 80% de la proteína de la leche. La caseína se libera de las células secretorias dentro de la leche como "micelas" que son complejos o grupos de varias moléculas de caseína unidas entre sí por fosfato de calcio u otras sales.

Existen tres tipos importantes de caseína (llamadas -, -, -caseína). La proporción más larga (77%) es -caseína; - y -caseína son ricas en fósforo y -caseína posee una molécula de hidrato de carbono adosada. La caseína no se encuentra afectada por el calentamiento y permanece bastante estable a lo largo de la pasteurización; aún así, cambios en la acidez de la leche rompen la estructura de las micelas y hacen que la caseína se precipite y forme un coágulo.

En el ternero recién nacido, los ácidos de estómago y la enzima renín (chymosin) precipitan la caseína permitiendo una

digestión eficiente de la proteína por medio de enzimas proteolíticas. Las caseínas son ricas en aminoácidos esenciales (aquellos aminoácidos que el cuerpo no puede sintetizar) y contribuyen los mismos a la formación de proteína del recién nacido en crecimiento. El hecho de que las micelas de caseína se unan al calcio y otros minerales ayuda a que el ternero recién nacido obtenga suficiente calcio y fósforo para el crecimiento de sus huesos. La caseína se encuentra suspendida en micelas. Las proteínas séricas están en solución. La lactosa, o el azúcar de la leche, controla el volumen de leche al extraer agua para equilibrar la presión osmótica.

Figura 3.3: Estructura de la micela de la caseína

Proteínas séricas

Las proteínas séricas se encuentran en solución en la fracción acuosa de la leche, a diferencia de la caseína que se encuentra suspendida en micelas. La Tabla 3.3 muestra las proteínas séricas y su función en la leche. Las proteínas séricas incluyen aquellas específicas para la leche y aquellas que se encuentran también en el suero. Las proteínas séricas generalmente se encuentran más afectadas por el calor y menos afectadas por los cambios de acidez que las caseínas. A medida que la leche se calienta, las proteínas séricas tienden a adherirse a las micelas de caseína.

Tabla 3.3: Proteínas séricas y sus funciones

Proteína Función Concentración
mg/litro -lactalbúmina Síntesis de lactosa 700 -lactoglobulina 3000 Albúmina 300 Inmunoglobulina Protección inmune 600 Lactoferrina Transportar hierro 18 Ceruloplasmína Transportar cobre trazas Prolactina Hormona varía de acuerdo a la concentración sanguínea Lactógeno placentario Hormona varía de acuerdo a la concentración sanguínea Enzimas Variable*

* Por lo menos 40 tipos diferentes de enzimas se encuentran en la leche

La -lactoalbúmina se encuentra en todas las especies y provee, además, de aminoácidos esenciales. En la glándula mamaria, la -lactoalbúmina es un precursor importante de la enzima lactosasintetasa que sintetiza la lactosa. Por lo tanto, -lactoalbúmina es un factor importante al determinar el grado de producción de lactosa, que a su vez determina el volumen de leche producida. La -lactoglobulina se encuentra en la leche de las especies unguladas (bovinos, porcinos y ciervos) y parece ser la principal fuente de aminoácidos para el recién nacido. La albúmina y las inmunoglobulinas en la leche reflejan concentraciones de las mismas substancias en la sangre; en la leche no se encuentran inmunoglobulinas específicas.

Las enzimas presentes en la leche desempeñan un gran número de funciones.
Con el tiempo las lipasas y proteasas pueden atacar la grasa y proteínas de la leche en sí y ser responsables por la pérdida de sabor y el cambio de las características a medida que estas substancias se degradan. Una de las funciones de la pasteurización es la de inactivar estas enzimas. La actividad constante de una enzima, la fosfatasa alcalina, se utiliza para indicar una pasteurización inadecuada.

Nitrógeno no-proteico

El nitrógeno no-proteico es responsable por solo el 6% del nitrógeno de la leche. Comprende aminoácidos, urea y otras substancias nitrogenadas no-proteicas, substancias que típicamente se encuentran en la sangre.

GRASA

Los lípidos forman entre el 3,5 a 5,25 % de la leche, variando entre razas de bovinos y de acuerdo a la nutrición. La grasa se encuentra presente en la leche como pequeños glóbulos en suspensión en el agua; el tamaño de los glóbulos es también una característica de la raza (típicamente es tres milímetros o 1000 por mililitro). A medida que la lactancia progresa, el tamaño de los glóbulos de grasa tiende a decrecer. Cada glóbulo se encuentra rodeado por una capa de fosfolípidos, que tienden a impedir se unan entre sí repeliendo a los otros glóbulos y atrayendo agua. Siempre que esta

estructura se mantenga intacta, la grasa de la leche permanece como una emulsión.

La mayor parte de la grasa de la leche se encuentra en forma de triglicéridos, formados por la unión de glicerol y ácidos grasos (Figura 3.4). Las proporciones de ácidos grasos de diferente longitud determinan el punto de fusión de la grasa y pueden variar con la alimentación que la vaca está recibiendo. La Tabla 3.4 muestra la distribución de las diferentes fracciones de lípidos en la leche.

La grasa de la leche contiene predominantemente ácidos grasos de cadena corta (cadenas de menos de ocho átomos de carbono) unidos por un ácido acético derivado de la fermentación del rumen. Este es un rasgo único de la grasa de la leche comparado con otras clases de grasas animales y vegetales.

La leche contiene una cantidad menor de ácidos grasos de cadena media (10-14 carbonos). Estos incluyen algunos como butírico y caprílico, que son los responsables el sabor de la leche. Los triglicéridos con cadenas de ácidos grasos de menos de 14 carbonos son líquidos a temperatura ambiente.

Los ácidos grasos de cadena larga de la leche son principalmente insaturados (deficientes de hidrógeno), siendo el oleico el predominante (cadena de 18 carbonos), y los polinsaturados el linoleico y linolénico. Los dos últimos ácidos grasos son componentes importantes de la leche ya que el cuerpo no puede sintetizarlos y deben de provenir de la dieta. Las grasas monoinsaturadas son deficientes en un solo átomo de hidrógeno, causando la doble unión de dos átomos de carbono en la cadena del ácido graso; los ácidos grasos polinsaturados son deficientes en más de un átomo de carbono y por lo tanto poseen más de una doble ligadura. Los ácidos grasos insaturados son líquidos a temperatura ambiente. Un porcentaje muy pequeño (menos del 2%) de la grasa se encuentra en la forma de ácido graso saturado, como el ácido palmítico (cadena de 16 carbonos). La grasa se encuentra presente en la leche como pequeños glóbulos en suspensión en el agua.

Figura 3.4: Estructura de los triglicéridos -R1, R2, R3 representan las cadenas de ácidos grasos que le otorgan al triglicérido sus características individuales.

Los fosfolípidos son triglicéridos en los que uno de los grupos de ácidos grasos ha sido reemplazado por un fosfato y un grupo orgánico. Uno de los fosfolípidos de la leche más importantes es la lecitina.

Tabla 3.4: Composición de los lípidos en la leche

Lípido Porcentaje Triglicéridos 97 Diglicéridos 0,3-0,5 Monoglicéridos 0,02-0,04 Fosfolípidos 1 Esteroles, Esterolésteres carotenoides, etc. 0,3-0,8

La grasa es una fuente de energía importante para el ternero lactante. En mamíferos con una alta demanda de energía como los mamíferos marinos, el contenido de grasa debe de ser mucho mayor que el de la leche de vaca, en algunos casos es hasta el 50% de la leche. La fracción grasa de la leche sirve como transportador de las vitaminas liposolubles, colesterol y otras substancias liposolubles como los carotenoides (provitamina A) que le otorgan a la grasa de la leche su color cremoso amarillento.

VITAMINAS

Las vitaminas liposolubles A, D, E, y K, son transportadas en la leche.
Las vitaminas A y D son las más importantes para el ternero recién nacido. En el caso de la vitamina A, la vitamina en sí misma, como su precursores los carotenos, se encuentran presentes en la leche. Los animales no pueden sintetizar esta vitamina y son dependientes del consumo en la dieta. La vitamina D2 llega a la leche de las plantas que la vaca consume mientras que la vitamina D3 es producida en la piel bajo la irradiación solar. La vitamina D es importante para el ternero para movilizar el calcio y el fósforo necesario para el crecimiento de los huesos.

Las vitaminas solubles en agua se encuentran presentes en la fracción sérica de la leche. La mayoría de las vitaminas del complejo B se encuentran presentes, especialmente la riboflavina (vitamina B2). Estas vitaminas se producen en el rumen y luego son transferidas de la sangre a la leche. La leche es una fuente importante de vitamina C, que el ternero lactante no puede obtener de otras fuentes. La vitamina C se degrada rápidamente en la leche almacenada para consumo humano.

MINERALES

Si el agua de la leche es removida del suero y el residuo incinerado a cenizas, los principales elementos que podremos encontrar son cloro, potasio, calcio, fosfatos, sulfato de sodio y magnesio. Por lo tanto la leche es una fuente importante de estos minerales para el ternero; el ternero posee altas demandas nutricionales, especialmente de calcio y fósforo, ya que su esqueleto crece muy rápidamente. Además, muchos otros elementos se encuentran presentes.

Las proporciones relativas de los principales elementos se muestran en la Tabla 3.5. En la mayoría de los casos, con la excepción del sodio, las concentraciones en la leche son mucho mayores que en la sangre. El citrato en particular se encuentra en altas concentraciones en la leche y se cree que es importante para la estabilidad de las micelas de caseína.

COMPONENTES INMUNES

La leche posee proteínas llamadas inmunoglobulinas que son producidas por los linfocitos (células blancas de la sangre) localizados en el bazo y los ganglios linfáticos. Las inmunoglobulinas son una de las principales defensas contra los organismos infecciosos (virus, bacteria etc.). Mientras que el bebé humano recibe las inmunoglobulinas que lo protegen durante los dos primeros meses de vida por transferencia a través de la placenta de la madre, la ruta principal para el ternero recién nacido para recibir las inmunoglobulinas de la madre es la leche.

Tabla 3.5: Concentraciones de sales en la leche

	mg/100 ml	Concentración relativa a la concentración de la sangre
Calcio	125	10
Magnesio	12	10
Sodio	58	1/7
Potasio	138	5
Cloro	103	3
Fósforo	96	10
Citrato	175	100
Sulfato	30	
Otros elementos*	<0.1	

* Incluye aluminio, arsénico, boro, cobalto, cobre, hierro, magnesio, molibdeno, sílice, zinc, bromo, iodo y otros.

Las concentraciones de inmunoglobulinas son especialmente altas al comienzo de la lactancia, decreciendo rápidamente luego de 48 horas. La primera leche es llamada calostro y es de vital importancia para el ternero. Esto es llamado "inmunidad pasiva" y protege al lactante hasta que su propio sistema inmunitario pueda desarrollar una inmunidad "activa" mediada por sus propias células inmunes.

El calostro bovino contiene una clase especial de inmunoglobulina llamada "IgG", o inmunoglobulina G. La IgG no se produce en el tejido mamario pero se transfiere directamente del suero sanguíneo a la leche. El ternero puede absorber mejor las inmunoglubulinas inmediatamente después del nacimiento. La capacidad de absorción decrece a casi cero a las 36 horas de edad. Por lo tanto, el calostro debe de ser suministrado al ternero lo más pronto posible luego del nacimiento. Esto se debe a que el ternero no produce cantidades importantes de ácido clorhídrico en su mucosa gástrica en las primero 12 horas de vida, de manera que las inmunoglobulinas en el calostro no son dañadas. El calostro posee también inhibidores de otras enzimas digestivas abomasales que facilitan la absorción. Mamar calostro, como mínimo, duplicara 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 sea funcional.

El calostro es de vital importancia para el ternero recién nacido, pero también carece de valor comercial ya que 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 vender. El calostro puede almacenarse congelado para administrar a otros terneros.

CELULAS EN LA LECHE

Las células somáticas en la leche no afectan la calidad nutritivo en sí. Ellas son importantes solamente 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 (ver Capítulo 6). Aún así, estudios recientes muestran que el número de células somáticas puede tener variaciones estacionales no relacionadas a la infección, y que se superponen con aquellos asociados con infección. Una gran cantidad de células en la leche es un indicador de posible mastitis. El calostro es vital para la sobrevivencia del ternero y debe de recibirlo dentro de las primeras horas de nacido.

Figura 3.5: Los niveles de inmunoglobulinas en el calostro decrecen rápidamente luego del Nacimiento Lactancia y Ordeño 24 Guía Técnica Lechera

COMPONENTES INDESEABLES EN LA LECHE

Bacteria

Aún en vacas saludables, algunas bacterias encuentran su camino hacia la leche desde la piel del pezón y el canal del pezón. En una vaca con mastitis, el número de bacterias en la leche puede aumentar a millones por mililitro. Además, la contaminación del medio ambiente incrementa el número de bacterias en la leche.

Antibióticos

La leche puede contener residuos o substancias aplicadas a animales o a su ambiente, incluyendo antibióticos y pesticidas. Los antibióticos aplicados ya sea dentro de la ubre o intramuscular, son absorbidos por los tejidos y re-excretados dentro de la leche a lo largo de varios días. Los antibióticos pueden tener un efecto inhibitorio sobre varios procesos utilizados para fabricar productos lácteos y los consumidores pueden tener alergia a los antibióticos. Por lo tanto, la leche proveniente de vacas tratadas con antibióticos, debe de ser retirada del consumo humano por lo menos por tres días luego de que el tratamiento intramamario a finalizado, y cuatro días luego de la última inyección intramuscular.
Cada vez que se utilizan antibióticos, el productor debe de observar las instrucciones particulares sobre retención de la leche para consumo humano específicas para ese medicamento. La leche proveniente de vacas tratadas con antibióticos debe de ser retirada del consumo humano de acuerdo a las instrucciones del fabricante del medicamento.

Pesticidas

Los pesticidas pueden encontrar su camino dentro de la leche por pulverizaciones, o baños aplicados a la vaca para el control de ectoparásitos, o por el alimento que una vaca come. Se debe tener gran cuidado para prevenir que los pesticidas contaminen a los animales que están produciendo leche, y evitar alimentar vacas con forrajes en los que insecticidas han sido aplicados recientemente. Los únicos pesticidas que deben de ser utilizados para ectoparásitos

en vacas son aquellos que se están recomendados específicamente para este propósito.

Detergentes y desinfectantes

El equipo utilizado para colectar y almacenar la leche puede llegar a ser una fuente de contaminación con metales u otros elementos de detergentes y sanitarios utilizados para la limpieza. Estos pueden afectar la actividad de los cultivos utilizados en la fabricación de yoghurt y queso.

VARIACIONES EN LA COMPOSICION DE LA LECHE

La composición de la leche puede variar considerablemente dentro de un rango normal. Algunos factores que afectan la composición de la leche son:

• Raza;

• Alimentación;

• Estado de lactancia;

• Epoca del año;

• Enfermedades.

La Tabla 3.6 otorga una indicación de como la raza de la vaca puede afectar la composición de la leche. Note que la proporción de grasa/proteína es virtualmente constante y que la concentración general de lactosa no varía substancialmente. Una caída substancial en la concentración de lactosa (o en el total de sólidos) podría despertar las sospechas de que se ha agregado agua a la leche luego del ordeño.

Ciertos tipos de alimentos pueden agregar sabor a la leche. Ejemplos son nabo, col, y pobre almacenamiento en silo. Algunas pasturas naturales (como cebolla salvaje) pueden afectar también la leche. El alimento conduce a la presencia de algunos ácidos grasos en la leche que otorgan diferente sabor y pueden también afectar las propiedades físicas de las grasas. Un silo de alta humedad puede, por ejemplo, incrementar el contenido de ácido graso butírico y los triglicéridos relacionados con el mismo.

Como se mencionara anteriormente, a medida que progresa la lactancia, el tamaño de las glóbulos grasos decrece. En hatos donde los partos se presentan a lo largo del año, las diferencias tienden a compensarse, pero donde se practica el servicio estacional, pueden existir diferencias en las propiedades de la leche de una época del año a otra. En casos extremos, esto puede afectar el comportamiento de la leche durante su procesamiento. La Figura 3.6 muestra como el contenido de los diferentes componentes varía con el estado de la lactancia. Los cambios que se presentan en la leche cuando la ubre está infectada o inflamada se revisarán en el capítulo 6 en mastitis.

Tabla 3.6: Composición de la leche de varias razas (g/100 ml)

Raza Grasa Proteína Lactosa Ceniza Sólidos TotalHolstein 3,54 3,29 4,68 0,72 12,16 Ayrshire 3,95 3,48 4,60 0,72 12,77 Guerns
2 3,75 4,71 0,76 14,04 Jersey 5,13 3,98 4,83 0,77 14,42 Pardo Suizo 3,99 3,64 4,94 0,74 13,08
Adaptado de: Goff H.D. and Hill A.R. Chemistry and Physics in Dairy Science and Technology Handbook I. Principles and Properties. Ed. Y.H. Hui, VCH Publishers Inc. New York.
1992.

PROPIEDADES FISICAS DE LA LECHE

A continuación se describen las propiedades físicas de la leche normal. Los métodos para detectar la leche anormal o adulterada se describen en el capítulo 7 de calidad de leche.

Color

¿Que hace que la leche sea blanca? Las micelas de caseína reflejan luz, lo que otorga el color blanco de la leche. Los

carotenos de la grasa poseen diferentes grados de pigmento amarillo lo que le otorga a la crema su color amarillento característico. Esto varía con la raza de la vaca y con la alimentación. Si las micelas de caseína son destruidas uniendo calcio con citrato, la leche se transforma en un líquido transparente amarillento.

Figura 3.6: Cambios en la composición de la leche a medida que la lactancia progresa.
Adaptado de: RW Touchberry, Environmental and Genetic factors in the Development and Maintenance of Lactation. En: Lactation: A comprehensive treatise; Volume III. Eds B.L. Larson and V.R. Smith Academic Press 1974.

Densidad

Muchos factores afectan la densidad de la muestra de leche. La densidad de la leche entera depende del contenido de grasa y proteína. El agua posee una densidad de 1 gr/ml, pero la densidad de la grasa es menor que la del agua y la de los sólidos no grasos es mayor que la del agua. Una muestra a 4°C con 3% de grasa podría tener una densidad de 1,0295 gr/ml mientras que la leche con un contenido de 4,5% posee una densidad de 1,0277 gr/ml. El mantener la leche a diferentes temperaturas puede afectar la medición de la densidad. A medida que la leche se calienta, su estructura globular cambia y la densidad decrece.
Otra medida utilizada para determinar la densidad de la leche es la gravedad específica. Esto es simplemente el grado de peso de una unidad de volumen de leche comparada (dividida por) con el peso del mismo volumen de agua a la misma temperatura.

Punto de congelamiento

El punto de congelamiento de la leche se encuentra afectado por los sólidos disueltos. La substancia disuelta que posee el mayor efecto en el punto de congelamiento es la lactosa, que se encuentra presente en cantidad más abundante. Debido a los líquidos disueltos, la leche se congela cerca de medio grado menos que el agua (ej., -0,525°C). Menores variaciones en este valor pueden ser utilizadas para evaluar el contenido acuoso de la leche.

pH

La leche normal posee un pH de 6,6 a 6,8. En la leche fresca no hay ácido láctico, pero este ácido se produce cuando la lactosa de la leche se fermenta con el paso del tiempo.
Cuando el pH cae a 4,7 a temperatura ambiente, las proteínas se coagularán. Esto ocurre a pH alto y a alta temperatura.

Estabilidad al calentarse

La leche fresca puede tolerar calentamiento sin cambios en su estructura; solamente el calentamiento prolongado rompe las miscelas de caseína y puede causar cambios en los azúcares de la leche. Una vez que el pH ha caído como resultado del almacenamiento, es probable que la leche cambie cuando se calienta y que los sólidos se coagulen.

RESUMEN

La leche es un fluido complejo en el que muchos sólidos se encuentran suspendidos en agua.

• El agua constituye el 90% del volumen de la leche. El volumen se encuentra controlado por la cantidad de lactosa, o azúcar de la leche, secretada por las células epiteliales de la glándula mamaria.

• Carbohidratos: La lactosa arrastra agua hacia la leche de manera de alcanzar una concentración de 5% de lactosa en agua.

• Proteína: El contenido proteico de la leche es constante, entre 3 a 4% del peso. Esto varía con la raza de la vaca y

la selección genética. La caseína es la principal proteína y se encuentra organizada como "micelas", cada una constituída por varias moléculas de caseína; esta organización es la responsable por muchas de las características físicas de la leche. Las otras proteínas, conocidas como proteínas séricas, incluyen a-lactoalbúmina, b- lactoglobulina (ambas responsables por la síntesis de la lactosa), enzimas, inmunoglobulinas y trazas de otras. La leche contiene además algo de nitrógeno no proteico.

• Grasa: El contenido de grasa de la leche varía con la raza de 3,5 a 5 %. La grasa de la leche se encuentra constituída por ácidos grasos de cadena corta derivados del ácido acético producido en la fermentación ruminal, con bajos niveles de ácidos grasos de cadena larga.

• Vitaminas: La leche contiene vitaminas liposolubles A y D y es una fuente importante de estas vitaminas esenciales; también posee vitaminas hidrosolubles como B2 y C.

• Minerales: La leche es una fuente nutritivo excelente de calcio.

• Componentes inmunes: Las inmunoglobulinas (anticuerpos) se difunden dentro de la leche desde la sangre. Especialmente en las primeras horas de la lactancia, esto provee de una importante fuente de protección pasiva al ternero recién nacido contra las enfermedades.

La leche también puede poseer materiales indeseables como bacteria, antibióticos, pesticidas y desinfectantes cuando éstos son controlados en forma inapropiada o utilizados en el animal o su medio ambiente.

La raza de la vaca, la alimentación, el estado de la lactancia, época del año y las enfermedades, pueden afectar la composición de la leche. Los cambios en la composición de la leche tales como el agregado de agua pueden detectarse por los cambios en las propiedades físicas de la leche.

Esta publicación está autorizada por el Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera de la Universidad de Wisconsin Madison.

Estas tecnologías son responsabilidad de quien las aplique.