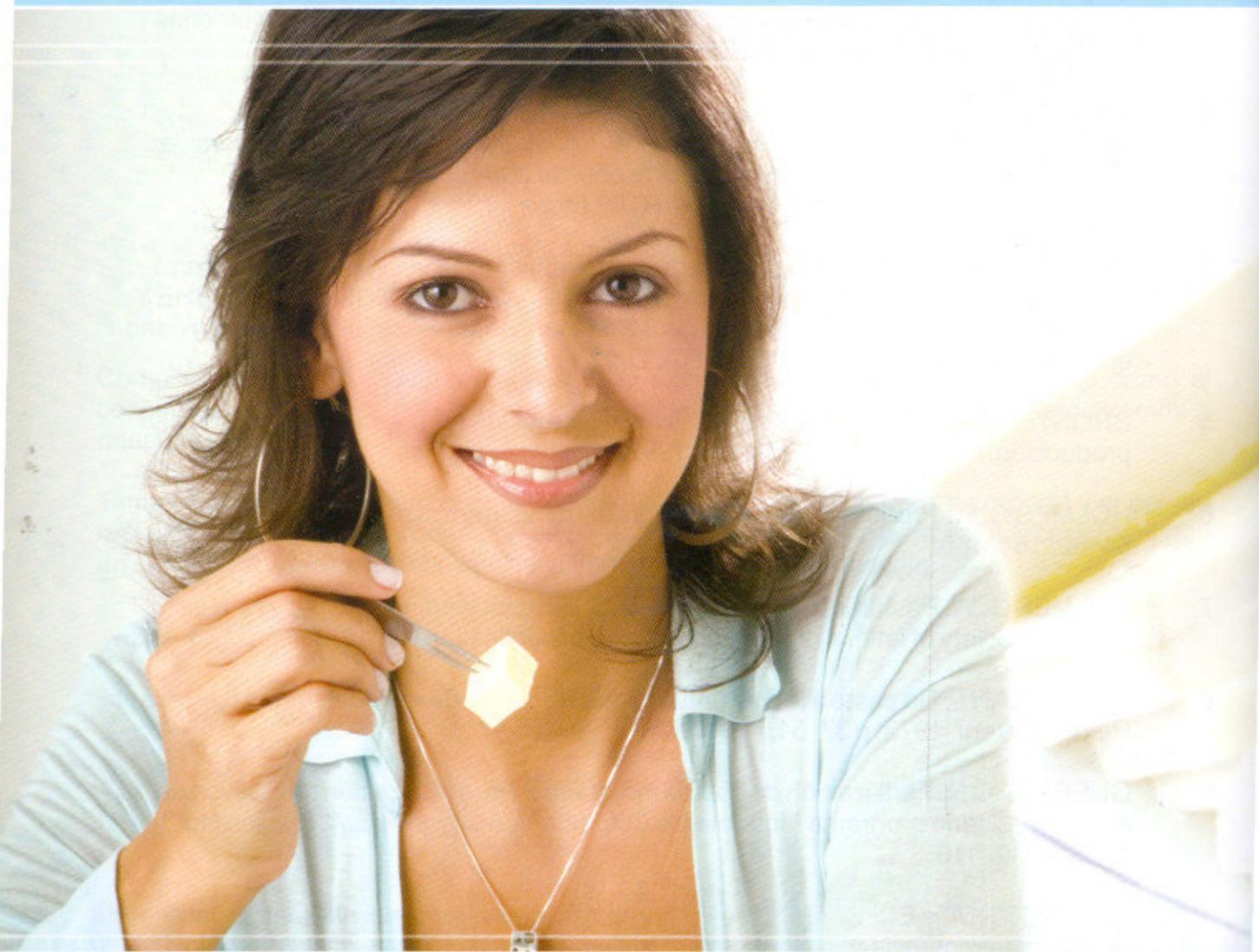
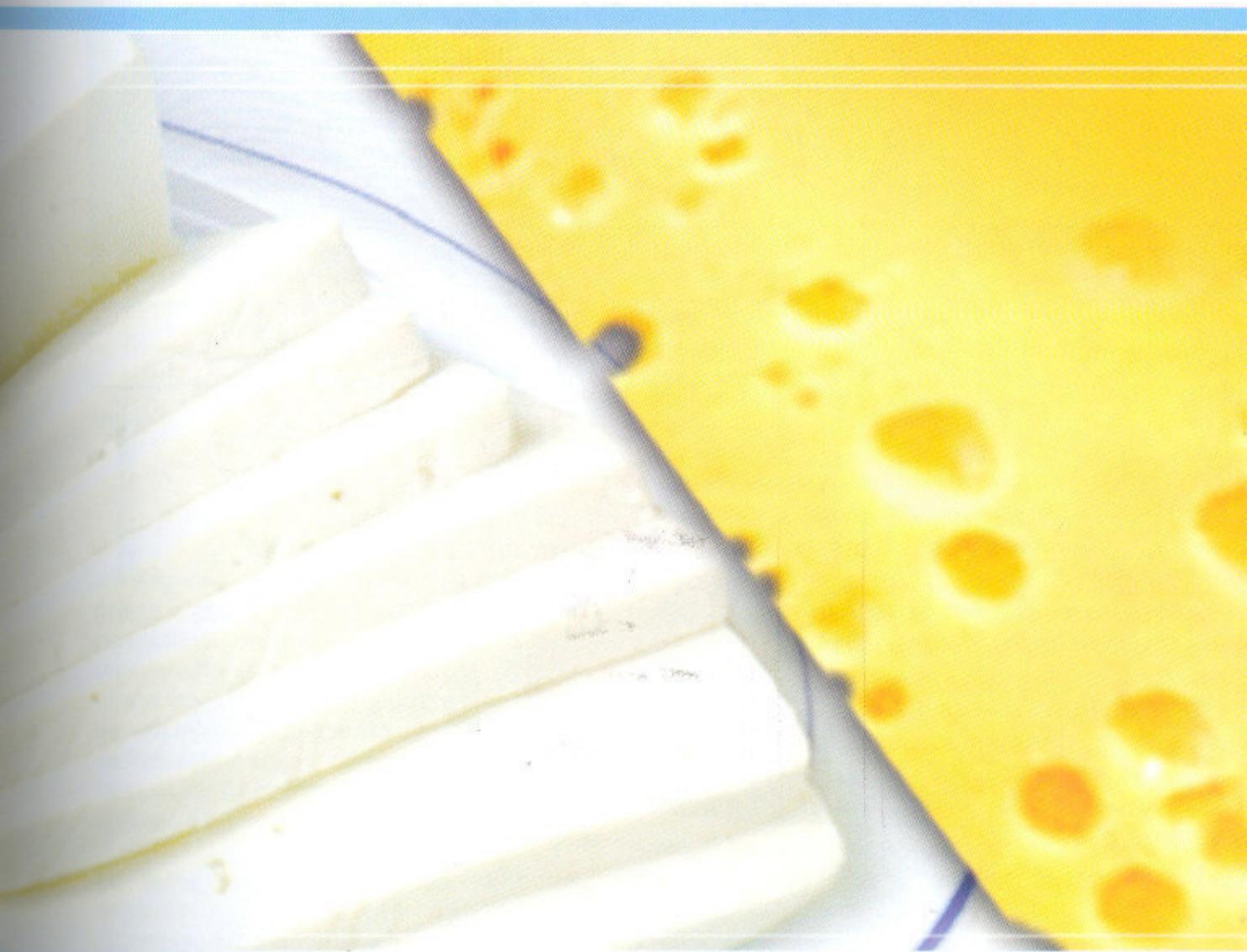


LA LECHE Y SUS COMPONENTES



—NUTRICIÓN



Juan M. Cerón A.
Zootecnista - Especialista en Producción Animal
Departamento de Asistencia Técnica,
Cooperativa COLANTA, A.A. 2161,
Medellín, Colombia,
juanca@colanta.com.co

RESUMEN

Los principales componentes de la leche son proteínas, grasa, lactosa, minerales y vitaminas.

En su estado natural, la leche de bovino puede variar su composición en rangos normales entre 10.5 y 14.5% de sólidos totales, 2.5 y 6% de grasa, 2.9 y 5% de proteína, 3.6 y 5.5% de lactosa y 0.6 y 0.9% de minerales.

La participación relativa que tengan estos componentes en la leche, afectará su valor nutricional y su calidad para los procesos de industrialización y fabricación de derivados lácteos.

SUMMARY

The main milk components are proteins, fat, lactose, minerals and vitamins. Naturally, the bovine's milk composition may have deviations from the normal values; 10.5 to 14.5 % of total solids, 2.5 to 6.0 % of fat, 2.9 to 5.0 % of protein, 3.6 to 5.5 % of lactose, and 0.6 to 0.9 % of minerals.

The relative participation that these components have in cows milk, will affect its nutritional value and its quality to manufacture dairy products, and also for other industrial processes.

INTRODUCCIÓN

La Composición de la leche es el factor que determina su valor nutricional y su calidad industrial. Leche con mayor contenido de sólidos, especialmente proteína y grasa, aporta más nutrientes al consumidor y mejora las propiedades organolépticas del producto. Mayor concentración de los sólidos en la leche genera mayor rendimiento en los procesos de industrialización, particularmente en la fabricación de mantequilla, quesos y en el proceso de pulverización.

La leche producida en los sistemas especializados en las ganaderías colombianas presenta en general, bajo contenido de sólidos en la leche particularmente de proteína y en algunos casos de grasa (ver tabla 1).

Tabla 1:

Composición de la leche bovina en diferentes países

Pais*	Grasa (%)	Proteína (%)
Alemania	4.25	3.41
Bélgica	4.22	3.42
Canadá	3.7	3.24
Colombia**	3.62	3.21
España	3.41	3.10
Estados Unidos	3.66	3.15
Francia	4.24	3.28
Israel	3.27	2.92
Nueva Zelanda	4.70	3.72
Suiza	4.02	3.28

* Fuente: ICAR International Comittee for Animal Recording, marzo 2002

** Total de la leche captada por la Cooperativa Colanta, Promedio 2004

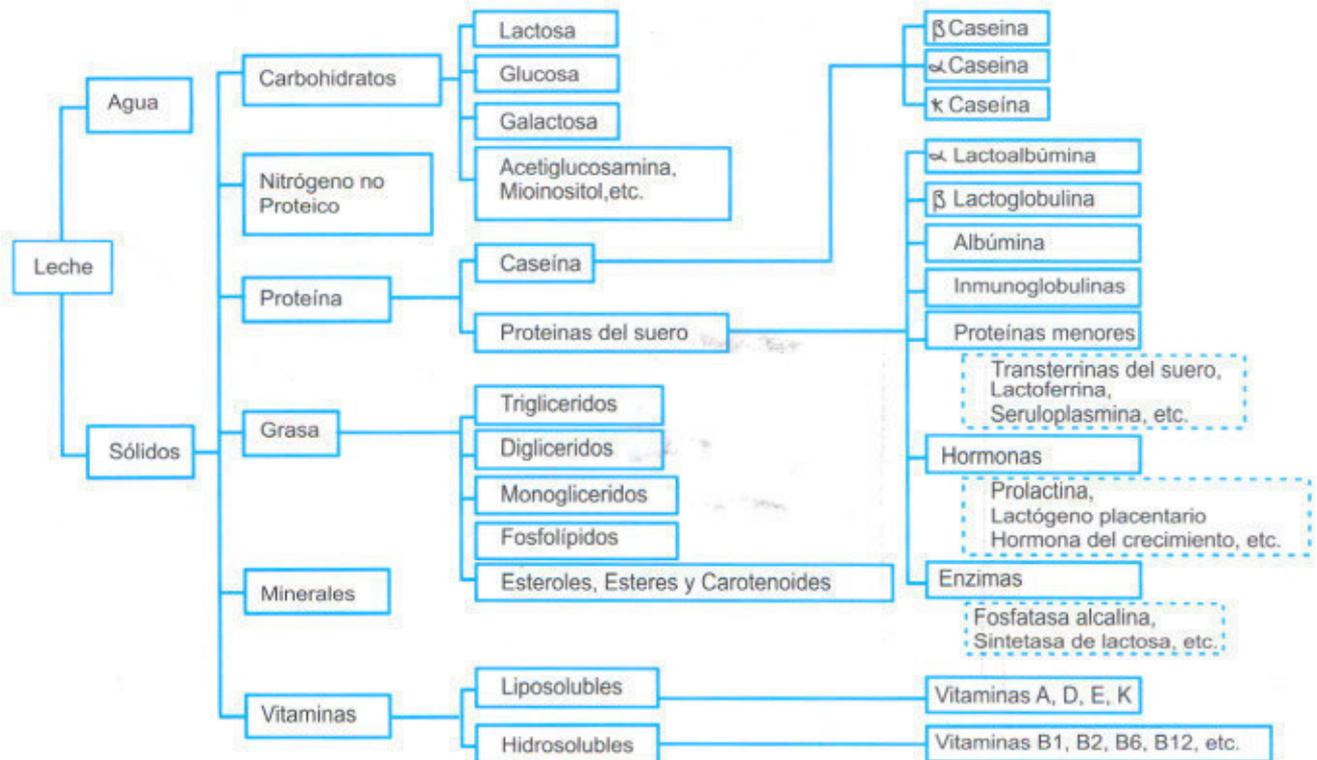
Las causas pueden atribuirse, en parte, a la baja capacidad genética de las vacas para la producción de leche con alta concentración de sólidos y por otro lado, a factores ambientales, particularmente de nutrición y alimentación, que no permiten expresar a las vacas su máximo potencial para la producción de sólidos lácteos.

El conocimiento detallado de los elementos que componen la leche es el primer paso para comprender los procesos metabólicos utilizados por la vaca para su síntesis, las causas que pueden generar variaciones en su producción y concentración y la forma de controlar estos procesos en la finca, para lograr más eficiencia en la producción de componentes sólidos en la leche.

LA LECHE Y SUS COMPONENTES

La leche es un líquido complejo que contiene más de 100.000 diferentes moléculas en su composición. La leche y sus derivados proveen de nutrientes (energía, proteína, grasa, minerales y vitaminas) o protección inmune a su consumidor (3).

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE



Las hembras de los mamíferos se encuentran dotadas de glándulas mamarias que les permite sintetizar leche con el único objetivo de servir de alimento a sus crías en las primeras etapas de vida, posteriores al nacimiento. Los componentes de la leche son similares en la mayoría de las especies de mamíferos pero su concentración presenta variaciones. (ver tabla 2).

Tabla 2:
Composición de la leche en diferentes especies

Especie	Grasa	Proteína	Lactosa	Cenizas
Vaca	3.9	3.4	4.8	0.8
Asno	1.2	1.7	6.9	0.45
Búfala	10.4	5.9	4.3	0.8
Cabra	3.5	3.1	4.6	0.79
Yegua	1.6	2.7	6.1	0.51
Cerda	8.2	5.8	4.8	0.63
Ballena	33.2	12.2	1.4	1.4

Adaptado de Jacobson, N. L.

En los bovinos, las cantidades de los distintos componentes principales pueden variar considerablemente entre vacas de diferentes razas como se puede apreciar en la tabla 3 (3,4,7).

Tabla 3:
Rangos de variación de los componentes de la leche de vaca

Constituyente Principal	Límites de Variación	Valor Medio
Agua (%)	85.5–89.5	87.5
Sólidos Totales (%)	10.5–14.5	13
Grasa (%)	2.5–6	3.9
Proteínas (%)	2.9–5	3.4
Lactosa (%)	3.6–5.5	4.8
Minerales (%)	0.6–0.9	0.8

Adaptado de Revilla, A.

La estructura genética de las distintas razas lecheras tiene como efecto una habilidad variable para la producción de leche, la cual se demuestra en diferentes valores medios de composición (6), sin embargo, como se aprecia en la tabla 4, el mejoramiento genético a partir de la selección de los mejores individuos (machos y hembras) para la producción de componentes lácteos, que se realiza en diferentes regiones del planeta, ha generado modificaciones a estos valores (2, 3).

Tabla 4:
Composición de la leche de vacas de diferentes razas

Raza	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Cenizas (%)	Sólidos (%)
Cebú	4.9	3.9	5.1	0.8	14.7
Jersey	5.5	3.9	4.9	0.7	15.0
Guernsey	5.0	3.8	4.9	0.7	14.4
Pardo Suizo	4.0	3.6	5.0	0.7	13.3
Ayrshire	4.0	3.4	4.8	0.7	13.1
Holstein	3.5	3.1	4.9	0.7	12.2

Adaptado de Jacobson, N. L.

AGUA

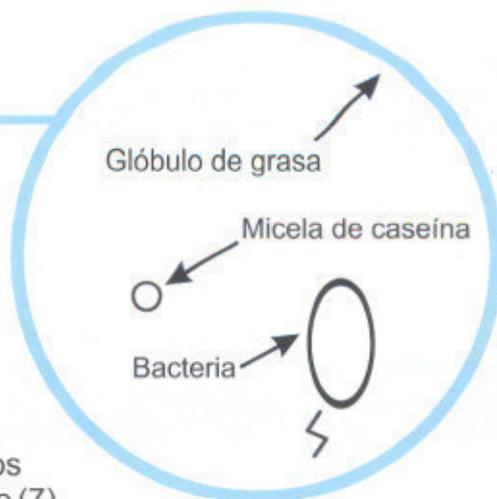
El contenido de Agua en la leche puede variar de 85.5 a 89.5%; en algunos casos, una leche normal puede exceder estos límites. El porcentaje de agua es también afectado por la variación en el contenido de cualquiera de los otros constituyentes de la leche (1, 7).

El agua sirve como medio disolvente o de suspensión para los constituyentes de la leche dándole su característica de producto líquido (7).

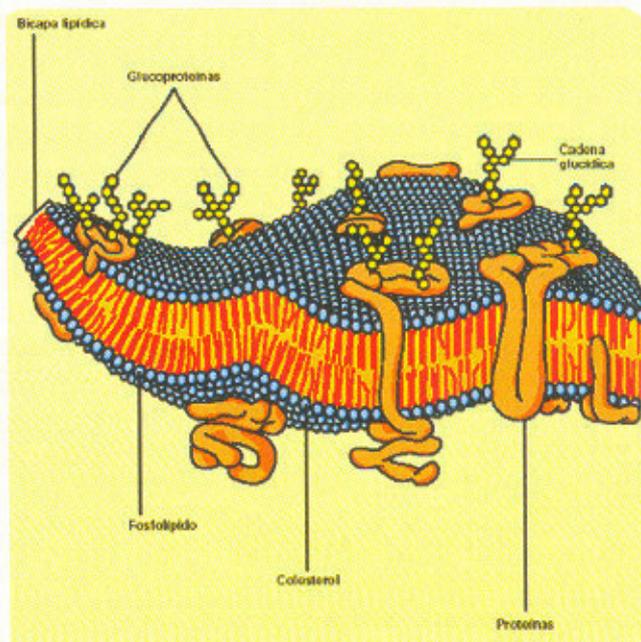
GRASA

La grasa es uno de los componentes más importantes debido a que afecta su valor nutritivo, sabor y propiedades físicas de la leche entera y de los derivados lácteos (1, 7). El valor nutritivo de la grasa en el consumo humano es debido a su alto contenido energético, a su capacidad de transporte de vitaminas liposolubles y a la presencia de ácidos grasos esenciales como el linoleico y araquidonico (7).

La grasa en la leche está presente en pequeños glóbulos en emulsión, con diámetros que oscilan entre 0.1 y 20 micras (1, 7).

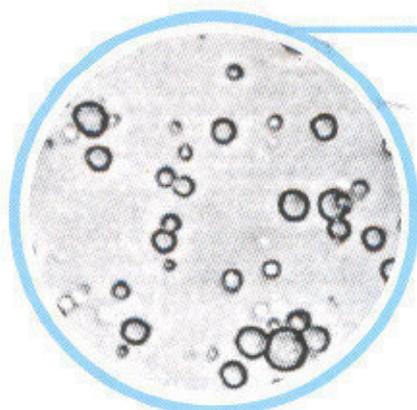


La emulsión es estabilizada por una membrana muy delgada de solo 5 a 10 nanómetros de espesor que rodea a los glóbulos. Esta membrana tiene una composición compleja, formada principalmente por fosfolípidos, lipoproteínas, proteínas, enzimas, elementos traza y agua ligada (1, 6).



La grasa de la leche está compuesta por triglicéridos (son los componentes dominantes), di- y monoglicéridos, ácidos grasos, esteroides, carotenoides (que le dan el color amarillo a la grasa), vitaminas A, D, E y K, y otros elementos en cantidades traza (1, 6).

Los glóbulos de grasa son las partículas más grandes y más ligeras de la leche, con una densidad de 0.93 g/cm³ (a 15 °C) (6).



La separación de la grasa de los demás componentes de la leche da lugar a la obtención de crema de leche, materia prima para la fabricación de mantequilla (7).

PROTEÍNAS

Son los más complejos y valiosos compuestos orgánicos de la leche. Juegan un papel muy importante en el valor nutritivo por ser parte esencial en la dieta humana (7).

La leche contiene cientos de tipos distintos de proteínas, muchas de las cuales se encuentran en muy pequeñas cantidades, la caseína es la más importante proteína de la leche por ser dominante en cantidad (1, 6, 7).

Como todas las proteínas, las caseínas forman fácilmente polímeros que contienen diversos grupos de moléculas y se les conocen como micelas de caseína que pueden medir hasta 0.4 micras y se encuentran en suspensión en la leche. Son las responsables del color blanco de la leche y de algunos quesos (1, 6).

La caseína de la leche presenta polimorfismos en su estructura de aminoácidos, que se han identificado y clasificado en cuatro sub grupos:

α_{s1} -caseína presenta cinco variantes genéticas (A, B, C, D y E)

β_{s2} -caseína presenta cuatro variantes genéticas (A, B, C, D y E)

β -Caseína presenta siete variantes genéticas (A1, A2, A3, B, C, D y E)

κ -Caseína presenta cuatro variantes genéticas (A, B, C y D)

Las variantes genéticas de cada subgrupo y los subgrupos entre si difieren en solo unos pocos aminoácidos (5).

Por su parte, las proteínas del suero, -Lactoglobulina y -Lactoalbúmina presentan siete y tres variantes genéticas respectivamente (5).



La agregación de las micelas de caseína, por acción del cuajo o de factores químicos como el pH, induce a la formación de la cuajada que es el proceso básico en la fabricación de los quesos (1, 6). La caseína es el principal componente de los quesos (1, 6, 7).

En la industria, la caseína es utilizada también para la fabricación de plásticos no inflamables, peines, botones, monturas para anteojos, bolas de billar, aisladores eléctricos, papel de alta calidad, goma para ser usada en refrigeradores, aviones, autos y muchos usos más (7).

LACTOSA

Es un azúcar que se encuentra solamente en la leche. Es un disacárido conformado por una molécula de glucosa y otra de galactosa. La lactosa es el más importante carbohidrato de la leche y su contenido varía entre 3.6 y 5.5% (1).

La lactosa es soluble en agua y se presenta como una solución molecular en la leche (1, 6).

En el ámbito industrial, la lactosa se usa principalmente como materia prima para la elaboración de alimentos para humanos y animales o puede ser usada en procesos de caramelización de productos (7).

VITAMINAS

La leche contiene muchas vitaminas. Entre las más conocidas figuran la A, B1, B2, C y D. Las vitaminas A y D son liposolubles y el resto son hidrosolubles (1).

La leche es una buena fuente de vitaminas (ver tabla 5), sin embargo, los procesos térmicos que se realizan a la leche para su industrialización inactiva o desnaturalizan gran cantidad de vitaminas, por esta razón las empresas industriales adicionan vitaminas a la leche para consumo humano (1, 6, 7).

Tabla 5:

Vitaminas de la leche y necesidades diarias de los adultos

Vitamina	Cantidad en 1 lt. de leche (mg.)	Necesidades diarias de un adulto (mg.)
A	0.2-2	1-2
B ₁	0.4	1-2
B ₂	1.7	2-4
C	5-20	30-100
D	0.002	0.01

Adaptado de Bylund, G. 1999.

MINERALES Y SALES

La leche contiene varios minerales. Su concentración total es inferior al 1%. Las sales minerales se encuentran disueltas en el suero de la leche o formando compuestos con la caseína. Las sales más importantes son las de calcio, sodio, potasio y magnesio. Se encuentran como fosfatos, cloruros, citratos y caseinatos (1). En pequeñas cantidades se encuentran hierro, cobre y zinc. Las sales de potasio y calcio son las más abundantes en la leche normal (1).

BIBLIOGRAFÍA

1. BYLUND, G. Manual de Industrias Lácteas. Madrid: Tetrapak, 1999.
2. CAMPABADAL, C. Factores que afectan el contenido de sólidos de la leche. Documento personal. 1999.
3. HOMAN, E. J. and WATTIAUX, M.A. Structure and function of the mammary system [archivo de computador]. Madison: Babcock Institute; University of Wisconsin, 1997. 1 CD ROM.
4. JACOBSON, N. L. and Park, C. S. Fisiología de los animales domésticos de Dukes. México: UTHEA; Noriega Editores, 1999.
5. K. F. Ng-Kwai-Hang. A review of the relationship between milk protein polymorphism and milk composition / En: MILK PRODUCTION AND MILK PROTEIN POLYMORPHISM (1: 1997 : New Zeland). Proceedings of the IDF Seminar. Palmerston North, New Zealand, 1997.
6. MARTINET, J. and HOUEBINE, L. M. Biologie de la lactation. París, Francia: Inserm; INRA, 1993.