

Proyecto Nacional de Lechería del INTA.

Composición química de la leche

Introducción

Tratando de establecer un cierto orden cronológico lógico y una nivelación en los conocimientos básicos sobre el tema, esta serie de artículos se inicia con una caracterización de la composición química de la leche. En números siguientes se analizará en mayor profundidad la biosíntesis de los principales componentes de la leche (materia grasa, proteína y lactosa, fundamentalmente), aspectos centrales para poder interpretar los factores que explican niveles de concentración y variabilidad.

Composición química

La leche es un líquido de composición y estructura compleja, blanca opaca, de sabor suave, olor característico y con un pH cercano a la neutralidad. La materia grasa se encuentra en emulsión, las proteínas constituyen una suspensión, mientras que los restantes componentes (lactosa, otras sustancias nitrogenadas, minerales, etc.) están disueltos.

En el Cuadro 1 se presentan varios perfiles generales de la composición química de la leche. En las dos primeras columnas se citan referencias bibliográficas y en las dos últimas promedios correspondientes a muestreos realizados sobre grandes volúmenes de leche producida en la Cuenca Lechera Central de la Argentina.

Cuadro 1. Promedios de la composición química de la leche de vaca según diferentes autores.

Componentes	Promedios generales (g/kg)			
	Jerrige, 1980	Alais, 1985	Taverna y Coulon, 2000	Taverna y otros, 2001
Agua	871	872	880,5	881,5
Materia seca	129	127,3	118,5	119,5
Lactosa	48,0	47,5	45,7	46,1
Grasa	40,0	38,1	34,8	35,1
Proteína total	33,5	33,0	31,7	31,7
Cenizas	7,5	8,7	6,3	6,6
Calcio	1,25	0,87-1,26	1,17	1,24
Fósforo	0,95	0,72-1,65	0,86	0,94
Magnesio	0,12	0,10-0,13	0,12	0,12
Potasio	1,50	1,16-1,45	1,40	1,5
Sodio	0,50	0,34-0,45	0,58	0,60
Cloro	1,10	0,67-1,06	1,37	1,44

Para el caso específicos de nuestras leches debemos retener las siguientes relaciones de importancia tecnológica y económica:

Sólidos totales (g/100g):	11,85
Sólidos no grasos (g/100g):	8,40
Sólidos no grasos/sólidos totales:	70,8
Relación grasa/proteína total:	1,10

Materia grasa

La materia grasa de la leche se presenta en forma de glóbulos cuyo diámetro promedio varía entre 2,5 y 5 micrones. La mayoría de la grasa (98%) está constituida por triglicéridos (éster de glicerol y ácidos grasos). En la leche se han identificados más de 150 ácidos grasos, muchos de los cuales son esenciales. La presencia en la leche de los ácidos linoleico y linolénico es particularmente interesante puesto que el organismo humano es incapaz de sintetizarlos y por lo tanto son constituyentes irremplazables de la dieta.

Según la longitud de cadena, los ácidos grasos se los clasifica en ácidos grasos de cadena corta (4-12 átomos de carbono), los de cadena media (14-16 átomos de carbono) y los de cadena larga (18 a 22 átomos de carbono). Estos, a su vez, pueden ser saturados o insaturados (con uno a 4 doble enlaces).

Los ácidos grasos de cadena corta y una parte de los de cadena media se sintetizan en la ubre a partir del ácido acético y del hidroxibutírico existentes en la sangre y provenientes de la fermentación de los alimentos en el rumen. Esta síntesis representa alrededor del 40% en peso de los ácidos grasos secretados en la leche. Los de cadena larga y el resto de los de cadena media son captados directamente de la sangre y, en parte, desaturados en la ubre.

Los cambios de la composición relativa de ácidos grasos de la leche provocan modificaciones tecnológicas y sensoriales en los productos lácteos. Por ejemplo, el punto de fusión de la materia grasa es más alto cuando la cadena carbonada es más larga y el grado de saturación de los mismos es más elevado. Ciertos compuestos asociados a la materia grasa presentes en cantidades mínimas (esterol, carotenos, etc) también tienen influencia sobre las características de los productos lácteos.

En el Cuadro 2 se presenta a título ilustrativo el perfil de ácidos grasos de leches producidas en la Cuenca Lechera Central.

Cuadro 2. Perfil de ácidos grasos de la leche producida en la Cuenca Lechera Central de la Argentina (Taverna y Castillo, 2001).

Perfil de ácidos grasos	Concentración (g/100g de ácidos grasos totales)
Cadena corta saturados (C ₄ -C ₁₂)	9,41
Cadena media y larga saturados (C ₁₄ -C ₁₈)	51,75
Insaturados (un doble enlace)	28,08
Poliinsaturados (más de un doble enlace)	4,17

La concentración de la materia grasa de la leche y su composición están sujetas a importantes variaciones, explicadas en gran medida, por factores alimenticios, fisiológicos, sanitarios y genéticos.

Fracción nitrogenada.

La fracción nitrogenada de la leche está compuesta por dos grandes grupos: las proteínas verdaderas y el nitrógeno no proteico (Cuadro 3). Es importante aclarar que en nuestro país, tanto los sistemas de calificación de la leche para su pago como los resultados del control lechero, informan el valor de la fracción nitrogenada (proteínas + nitrógeno no proteico) como proteína total (nitrógeno total por 6,38).

Cuadro 3. Fracción nitrogenada de la leche (según Alais, 1985).

	Promedio (g/kg)	Valor relativo (%)
FRACCIÓN NITROGENADA	32,0	100
PROTEÍNA VERDADERA		
A. Caseína	25,0	78,2
a. Caseína Alfa s1	9	36
b. Caseína Alfa s2	2,5	10
c. Caseína Beta	8,5	34
d. Caseína Kapa	3,2	13
e. Caseína Gama 1,2,3	1,75	7
B. Proteínas lactosuero	5,4	16,8
B1. Albúminas		
a. Beta lactoglobulina	2,70	50
b. Alfa-lactoalbúmina	1,20	22
c. Suero-albúmina	0,25	5
B2. Globulinas inmunes	0,65	12
B3. Proteosa-peptona	0,60	10
NITRÓGENO NO PROTEICO	1,6	5

La proteína verdadera representa alrededor del 95% de la fracción nitrogenada. Las proteínas más importantes de la leche son las caseínas. En leches producidas por vacas sanas (fundamentalmente sin mastitis) las caseínas representan el 80% de las proteínas verdaderas, valor relativamente constante a lo largo de la lactancia y entre razas lecheras. Sólo existe una reducción de este porcentaje durante los primeros días de la lactancia debido al contenido elevado en inmunoglobulinas en el calostro.

Para el caso de las leches producidas en la Cuenca Lechera Central de la Argentina se obtuvieron las siguientes relaciones (Taverna y otros, 2001):

Proteína verdadera/proteína total (%):	93,2
Caseína/proteína total (%):	75,5
Caseína/proteína verdadera (%):	80,6
Nitrógeno no proteico/proteína total (%):	6,4
Nitrógeno ureico/proteína total (%):	3,1

Como puede observarse en el Cuadro 3, existen varios tipos de caseínas, siendo las principales (80%) la alfa y la beta. La caseína kapa (13%) participa activamente durante

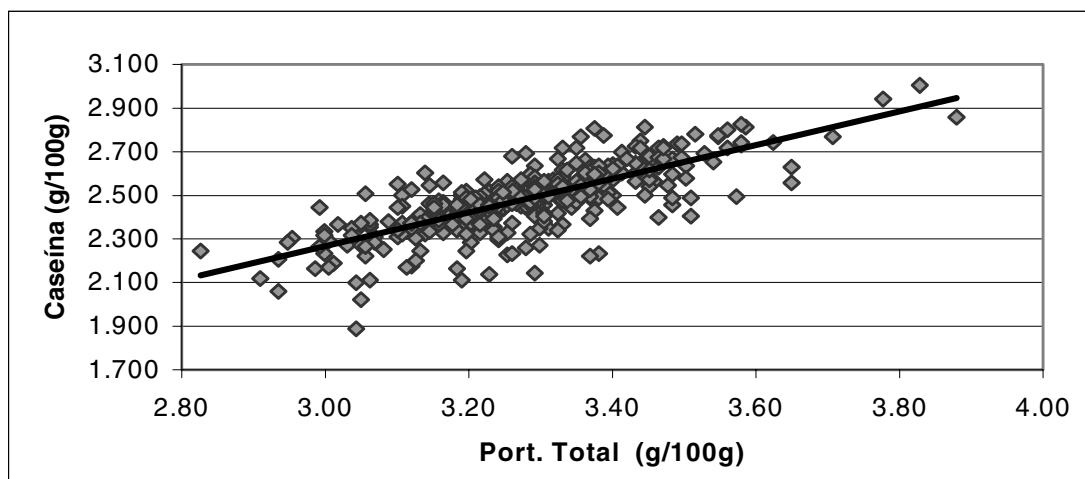
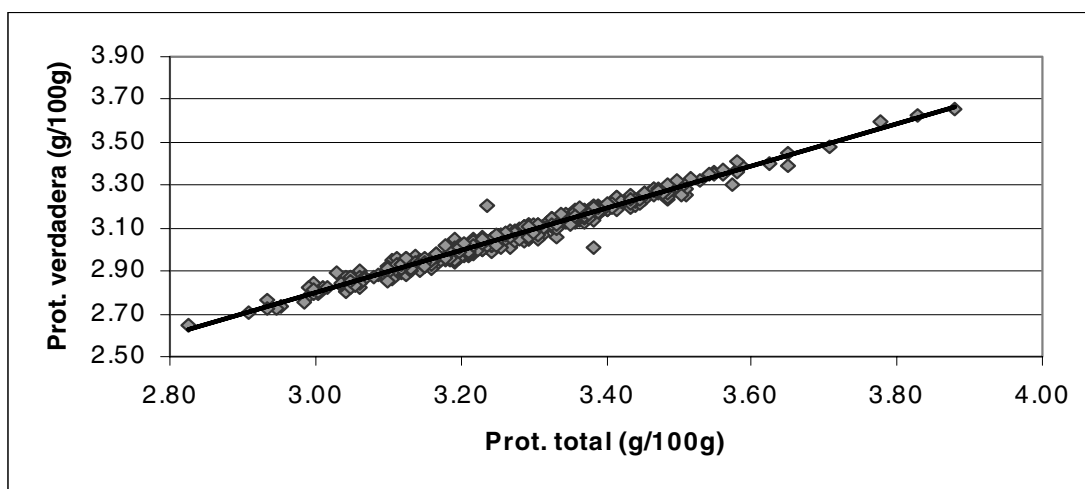
el proceso de coagulación de la leche. El resto de las proteínas se las conoce como proteínas solubles, de las cuales las 2/3 partes están representadas por la betalactoglobulina y la alfa lactoalbúmina. Las mismas se caracterizan por tener un alto valor biológico y por ser termosensibles (se desnaturalizan ante el calor).

Las proteínas de la leche son esencialmente sintetizadas en la ubre a partir de los aminoácidos provenientes de la sangre. Sólo una pequeña fracción de proteínas (5 al 10% constituidas por sueroalbúmina e inmunoglobulinas) son tomadas directamente de la sangre como tal. La síntesis de las proteínas, unión de aminoácidos formando largas cadenas, demanda una importante cantidad de energía.

El nitrógeno no proteico esta constituido mayoritariamente por la urea (25-75% del total de nitrógeno no proteico) siendo además, el de mayor variabilidad de esta fracción. El resto lo conforman compuestos residuales de los procesos de síntesis y aminoácidos libres.

El valor de proteína total (nitrógeno total por 6,38) es un correcto predictor de la concentración de proteína verdadera ($R^2: 0,98$), de la caseína ($R^2: 0,60$) (ver Figura 1) y un mal estimador del contenido de nitrógeno no proteico ($R^2: 0,05$).

Figura 1. Regresión entre la concentración de proteína total y la de proteína verdadera y la de caseína (Taverna y Coulon, 2000).



Lactosa

La lactosa es un disacárido compuesto por glucosa y galactosa que se encuentra exclusivamente en la leche de los mamíferos. Su contenido es muy poco variable (menor que los otros macrocomponentes). Es sintetizada en la ubre a partir de la glucosa sanguínea.

Los carbohidratos constituyen la mayor fracción de la materia seca de la leche y la más labil frente a la acción microbiana.

Minerales

Los minerales representan una pequeña fracción de los sólidos de la leche. Su concentración es de aproximadamente 7 a 9 g/kg, es decir alrededor de un 0,7% de la materia seca de la leche. Esta fracción tiene una gran importancia nutricional y tecnológica, en particular por los aportes de calcio y fósforo.

Los minerales pasan de la sangre a la leche mediante sistemas de transporte activos, aspecto que explica las diferencias de concentración mineral entre la sangre y la leche.

Una parte de los minerales de la leche se encuentran asociados a otros componentes. En una leche sin alteraciones, el 65% del calcio, el 60% del magnesio y el 50% del fósforo se encuentran asociados a las caseínas (en forma coloidal). El sodio, el potasio y el cloruro están totalmente en solución. La leche contiene además oligoelementos (zinc, silicio, aluminio, hierro, etc.) cuyas variaciones están asociadas a cambios de alimentación y a aportes externos (contaminación atmosférica, por el material de ordeño).

Otros componentes

La leche contiene una gran cantidad de componentes en muy pequeñas concentraciones (gases disueltos, enzimas, etc) muchos de los cuales tienen relevancia nutricional, en los procesos de transformación y/o de degradación de propiedades químicas y organoléptica de la leche y productos.

La leche es una fuente importante de vitaminas para el hombre. Las hidrosolubles (vitaminas del grupo B y C) están presentes en la fase acuosa. La concentración es poco variable ya que provienen de la biosíntesis de las bacterias del rumen. En cuanto a las liposolubles (A,E y D) están asociadas a la materia grasa y varían, entre otros aspectos, según el tipo de alimentación.

Miguel A. Taverna

Bibliografía consultada.

Alais, Ch., 1985. Ciencia de la leche. Ed. Reverté.

Jerrige, R., 1980. En: Alimentation des Ruminants. Ed. INRA.

Taverna, M. y Castillo, A., 2001. Datos no publicados

Taverna, M. y Coulon JB., 2000. En: Calidad de la leche y de los quesos. Ed. INTA-PRDAN.

Taverna, M. y otros 2001. En: Rev. Arg. Prod. Anim. Vol 21, Supl.1.