

## Características, composición y comportamiento quesero de la leche de cabra

*Iñigo Verdalet-Guzmán<sup>1</sup>*

**RESUMEN.** La composición de la leche de cabra, hasta el presente es mal conocida. Cada vez aparece, de más en más, que esta leche es bien diferente a la leche de vaca y a la de otras especies de mamíferos. Concentraciones más o menos fuertes en ciertos elementos. Una concentración menor en caseínas con diferentes proporciones relativas, y por otro lado, concentraciones mayores en nitrógeno no proteico, calcio y fósforo y una talla de micelas más grande, entre otros, resultan en una composición fisico-química diferente que conduce a explicar ciertas características y un comportamiento tecnológico muy particular que hace difícil seguir comparándola, como hasta hace poco, a la leche de vaca.

**SUMMARY.** Characteristics, composition and cheesemaking behavior for goat's milk. Up until now, the composition of goat's milk has not been well known. However, every day it is more and more evident that this milk is quite different from cow's and other mammal's milk. This difference depends on a major concentration in some of milk elements. Caseins, in goat's milk are found in a minor concentration (their inner components have, besides, different relative proportions). On the other hand, non-proteinic nitrogen, calcium and phosphorus exist in a major concentration and biggest micellar size in goat's milk than in other milks. All these goat's milk qualities result in a different physicochemical composition which explains some of its characteristics and its very particular technological behaviour. They prevent, also, our associating goat's milk to cow's milk, as it has been done until recently.

### INTRODUCCION

La composición de la leche de cabra ha sido objeto de un cierto número de estudios. Diversas publicaciones de síntesis sobre este tema han sido reportadas. Muchos de estos estudios conciernen sobre leches individuales o de un número limitado de animales (1, 2, 3, 4). En otros más, encontramos datos de leches de mezcla, de pequeños o grandes rebaños, destinados a queserías y normalmente en explotaciones intensivas (5, 6, 7, 8, 9). Como resultado de estos trabajos, es común encontrar que la composición de las leches arrojan una variabilidad notable que hace difícil comparaciones seguras, con respecto a leches de otras especies de animales; incluso, la variabilidad individual dentro de un rebaño es también relativamente elevada (10).

En estas condiciones, será bastante difícil, del hecho mismo de estas variaciones, encontrar en la literatura una

composición media verdaderamente representativa de la leche de cabra, lo que hace que el lector sea cauto en el manejo de los datos. Sin embargo, insistir en el conocimiento de la composición de la leche de cabra sobre el plan fisico-químico reviste una importancia vital cuando se le aplique algún tratamiento tecnológico.

En este trabajo no se tiene la intención de retomar el conjunto de los datos en las publicaciones antes mencionadas, sino de analizar los resultados más recientes sobre el estudio de ciertas características fisico-químicas y de la aptitud quesera de la leche de cabra e intentar compararlas con las de la leche de vaca.

### 1. FACTORES DE VARIACION DE LA COMPOSICION DE LA LECHE DE CABRA

Los factores que influyen en la variación de la composición de ésta leche, como en la leche de otras especies, no son todavía perfectamente conocidos, se encuentran raramente de forma independiente, presentando interrelaciones complejas. Sin embargo, es posible

<sup>1</sup> Profesor-Investigador en Ciencia de los Alimentos, Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Veracruzana, Apartado Postal 177, 91000, Xalapa, Veracruz, México.

clasificarlos en 3 grandes grupos (11).

1. Factores ligados al animal: raza, selección, fase de lactación, condición de la lactación y edad, tiempo de parición, nivel de producción y estado sanitario, 2. Factores ligados al medio ambiente: estación, fotoperiodismo, temperatura; 3. Factores ligados a las condiciones de la ganadería: ordeña, estancias, alimentación. Todos estos factores pueden tener interacciones, efectos antagonistas o conjugados e incluso, la diferencia de estos factores depende de las circunstancias especiales de cada país (3).

## 2. PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA LECHE DE CABRA

La leche de cabra, fresca y normal, se presenta como un líquido blanco, opaco, dos veces más viscoso que el agua, de sabor ligeramente dulce y olor un poco más acentuado que la leche de vaca (6), que contrariamente a la opinión generalizada, cuando proviene de animales a buen nivel de producción y correctamente alimentados no presenta un olor fuerte.

La acidez natural de la leche de cabra es ligeramente

más débil (14°D en promedio) que la que presenta la leche de vaca (14.5°D). Esta diferencia podría ser atribuida a la acidez de los grupos carboxilos de la proteínas de leche, especialmente a las caseínas.

La densidad específica de la leche de cabra muestra una variación de 1.026 a 1.042, que corresponde al promedio de 1.034 (g/l) en la leche de vaca. El punto de congelación es, en promedio, más bajo que el de la vaca: -0.580 contra -0.540°C (6).

## 3. COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHE DE CABRA

En lo general, la leche de cabra presenta una composición relativamente parecida a la leche de vaca; sin embargo, algunas diferencias pueden ser observadas. La Tabla 1, presenta una composición media de la leche de cabra. La Tabla 2, muestra una comparación de la leche de cabra con la leche de vaca, establecidas sobre leches de grandes mezclas.

### 3.1 Materias nitrogenadas

Estas se pueden dividir en caseínas, proteínas solubles

TABLA 1  
COMPOSICION DE LA LECHE DE CABRA DE DIFERENTES RAZAS EN DIVERSOS PAISES (g/100g) (2)

País	Animales		Número de Muestras	Sólidos Totales	Materia Grasa	Materia Proteica (N x 6,38)	Lactosa	Cenizas
	Razas	Número						
Australia	Saanen	4	4	12,24	4,01	3,10	4,93	----
Finlandia	Finlandesa	23	79	12,55	3,90	3,52	4,48	0,84
India	Barbari	97	—	—	4,11	3,76*	4,80	0,82
Italia	Sarda	—	39	—	5,1	3,9	—	—
Nigeria	Saanen	3	30	12,15	3,41	3,07	4,54	—
Nigeria	Sokoto roja	4	24	15,28	4,86	4,38	4,72	—
Nigeria	Africana enana	4	48	17,87	7,10	4,71	5,58	—
Trinidad	Alpina inglesa	6	18	11,5	3,4	2,9	—	0,78
Trinidad	Nubia inglesa	5	18	12,2	4,1	3,4	—	0,79
USA	Pigmea	6	6	21,55	7,76	5,06*	5,35	0,84
Yugoslavia	—	—	—	11,95	3,07	3,51	—	0,88

\* Proteínas: (N total-NNP) x 6,38

TABLA 2  
COMPOSICION COMPARADA DE LA LECHE DE CABRA Y DE VACA (12)

	Grasa	Proteína	Lactosa	Sólidos Totales	Cenizas
Leche de Vaca (g/Kg)	34	29	43	114	8
Leche de Cabra (g/Kg)	38	34	48	129	9

y nitrógeno no proteico. La distribución de éstas es próxima a la leche de vaca; sin embargo, la proporción de nitrógeno no proteico es netamente más elevado en la leche caprina y las proporciones de proteínas y de caseínas comparadas al nitrógeno total son más débiles (13, 14). Si tomamos en cuenta que la leche de cabra es una leche pobre en proteína total se podrá entender porqué proporcionalmente posee una menor concentración en caseínas, dando por resultado sus mediocres aptitudes queseras que origina un rendimiento

quesero menor comparado al de la leche de vaca (14).

Al igual que en la leche de vaca, las caseínas representan la fracción proteica mayor de la leche de cabra, dividiéndose en caseínas  $\alpha$ S1,  $\alpha$ S2,  $\beta$  y  $\chi$ . La Tabla 3, muestra la proporción relativa de las diferentes caseínas, encontrándose una proporción en caseínas  $\alpha$ S total, entre paréntesis, (la suma de  $\alpha$ S1 y  $\alpha$ S2) más débil que en la leche de vaca; por el contrario, como un efecto compensador, las concentraciones en caseínas  $\beta$  y  $\chi$  son más importantes, lo

TABLA 3  
PROPORCIONES RELATIVAS DE LAS DIFERENTES FRACCIONES DE CASEINAS EN LA LECHE DE CABRA

	Fracciones (%)		$\beta$	K	Referencias
	$\alpha$ S1 ( $\alpha$ S Total)	$\alpha$ S2			
Leche de Cabra	(9)		63	15	(19)
	5	25	50	20	(20)
	5,6	19,2	54,8	20,4	(12)
	(27)		55	18	(21)
	(23)		54,3	22,7	(13)
Leche de Vaca	35	10	40	15	(4)

TABLA 4  
COMPOSICION EN AMINOACIDOS DE LAS CASEINAS BOVINAS (CB) Y CAPRINAS (CC). (23)

Aminoácidos	Caseína Total		$\alpha$ S1		$\beta$ S2		$\beta$		K	
	g/100 g									
	CB	CC	CB	CC	CB	CC	CB	CC	CB	CC
Ac. Aspártico	7,4	7,1	19	15	18	18	9	9	15	11
Treonina	5,7	4,9	5	5	14	15	12	9	13	14
Serina	5,2	6,3	15	16	14	17	15	16	12	13
Ac. Glutámico	20,3	22,4	36	39	38	40	43	39	27	26
Prolina	14,6	11,3	21	17	14	10	33	35	20	20
Glicina	2,1	2,7	8	9	2	2	6	5	2	2
Alanina	3,6	3,0	12	9	9	8	5	5	14	15
Cistina	0,4	0,3	0	0	3	2	0	0	2	2
Valina	5,7	7,2	9	11	14	14	21	19	11	11
Metionina	3,5	2,8	4	5	5	4	6	6	1	2
Isoleucina	4,3	6,1	9	11	12	11	9	10	10	13
Leucina	9,9	9,2	17	17	11	13	20	22	8	8
Tirosina	4,8	6,3	11	10	10	12	4	4	7	9
Fenilalanina	6,0	5	8	8	7	6	9	9	4	4
Histidina	5,0	3,1	3	5	5	3	5	5	4	3
Lisina	8,2	8,2	15	14	24	24	12	11	8	9
Arginina	2,1	4,1	5	6	6	6	3	4	4	5
Triptofano	1,3	1,7	—	2	—	2	1	1	1	1
Número de Fosfato				8		11	5 6 6	5	1	1
Total de Residuos			199	199	207	207	213	209	114	169

que le da originalidad a ésta leche. La composición en aminoácidos de las caseínas muestra un gran similitud con sus homólogos bovinos (Tabla 4). Parece ser que las diferencias entre fracciones  $\alpha$ S bovinas y caprinas sean del orden cuantitativo (24). Sobre este punto los datos precisos son raros y algunas veces contradictorios, pudiendo jugar el factor individuo un papel muy importante.

Las proteínas solubles son homólogas a las de la leche de vaca, más con características químicas y en proporciones diferentes. La concentración  $\alpha$ -lactoalbúmina, con respecto a los proteínas totales del suero, es más débil (7.1 contra 27.4% de la leche de vaca). Además, la estructura primaria de la  $\alpha$ -lactoalbúmina caprina observa la sustitución de 12 residuos de aminoácidos sobre un total de 123 que posee la de la leche bovina (15). Las concentraciones en  $\beta$ -lactoglobulina y en proteosomas-peptonas son más elevadas (2); aunque ésta última se diferencia de la similar bovina por tener concentraciones menores de ácido siólico, hexosa y hexoaminas (16).

La fracción de nitrógeno no proteico es de 9 contra 5% del total de la materia nitrogenada en la leche de vaca, donde la mitad está constituida por urea (2), componentes de la misma naturaleza que los de la leche de vaca.

3.2 Materia grasa

La materia grasa es constituida, por lo esencial, de triglicéridos (98%) que se caracterizan por la presencia de una fuerte proporción de ácidos grasos de cadena corta, como son: caprico, caprílico y caproico, los que representan 17% del total de los ácidos grasos contra 5% en la leche de vaca (17). Esta particularidad le confiere al queso de cabra su gusto "a cabra" característico.

La ausencia de  $\beta$ - caroteno que, a nivel de la leche, es enteramente convertido en vitamina A (18), confiere a la

materia grasa de la leche de cabra y a los productos lácteos caprinos una blancura característica. Los tocoferoles, también, están ausentes, lo que podría explicar la sensibilidad a la oxidación, particular, de la materia grasa de la leche de cabra.

3.3 Elementos minerales

La composición mineral de la leche de cabra difiere poco de la leche de vaca. Sin embargo, hay que hacer notar que la leche de cabra se caracteriza por tener una concentración un poco más débil en sodio (37.1 contra 45 mg/100 ml) y un poco más elevada en cloro (161 contra 115 mg/100 ml) y potasio (202 contra 150 mg/100 ml) (21). Este hecho, asociado a concentraciones en lactosa (4.3 g/100 ml contra 4.8 en leche de vaca) y en caseínas más débiles, pueden ser el origen del gusto ligeramente salado, algunas veces encontrado en la leche de cabra. Una composición en minerales y oligoelementos en leche de cabra comparada con leche de vaca se presenta en la Tabla 5.

Esta leche se caracteriza también, por tener concentraciones en calcio y en fósforo inorgánico, coloidales, más elevados que en la leche de vaca, lo que indica una más importante mineralización de las micelas de caseína en la leche de cabra (7,13).

3.4 Vitaminas

La leche posee, en cantidades variables, la casi totalidad de las vitaminas conocidas. Los factores liposolubles están localizados en la fase grasa, ciertos en el centro del glóbulo de grasa, otros en su periferia; los elementos hidrosolubles están fijados sobre la micela de caseína o dispersos en la fase acuosa. Normalmente se admite que la leche de cabra es más pobre en vitamina B<sub>12</sub> y ácido fólico cuando se compara con la leche de vaca. En la Tabla 6 se presentan los resultados de una investigación

TABLA 5  
COMPOSICION GLOBAL DE DIFERENTES LECHE EN MINERALES Y OLIGOELEMENTOS

	Leche de Cabra (19)		Leche de Vaca (20)
	Promedio	Desviación Estandard	Promedio
Na (mg/ 100 ml)	37,1	4	45
K (mg/ 100 ml)	202,1	15,4	150
Cl (mg/ 100 ml)	161,4	7,8	115
Ca (mg/ 100 ml)	125	25,5	120
P (mg/ 100 ml)	97	8	90
Mg (mg/ 100 ml)	12	1,1	12
Fe (µg/ 100 ml)	34,2	19,4	53
Cu (µg/ 100 ml)	16,4	7,7	12
Zn (µg/ 100 ml)	328,6	120	360
Co (µg/ 100 ml)	0,4	0	0,1
Mn (µg/ 100 ml)	5,1	0,9	5

(19) sobre la comparación de la leche de cabra en ciertas vitaminas.

#### 4. EL COMPORTAMIENTO QUESERO DE LA LECHE DE CABRA

##### 4.1 Aptitud de la leche a la coagulación

##### 4.1.1 Comportamiento de la leche frente al cuajo y característica del gel.

Diferentes estudios han demostrado que la leche de cabra proporciona un gel, al cuajo, menos firme que la leche de vaca, mismo con un contenido en caseínas iguales (25), un tiempo de cuajado más corto (1, 25, 13), y una velocidad de endurecimiento del gel más grande (13). Remeuf (24), a partir del análisis de 115 muestras de leches individuales de cabra, puso en evidencia un com-

portamiento de la leche caprina, al curso de la coagulación por el cuajo, sensiblemente diferente de la leche de vaca (Tabla 7).

La débil consistencia del coágulo al cuajo le confiere una menor resistencia al trabajo mecánico, por lo que los riesgos de pérdida de materia útil se acrecienta, resultando un rendimiento quesero más débil (13, 24). Remeuf (24), ha resaltado la fuerte influencia de la concentración en caseínas sobre las características reológicas del gel formado, las leches ricas en caseínas dan un gel más firme. Esta situación es igual en el caso de la leche de vaca, más, hasta hoy, se comprendía mal porqué a concentraciones en caseínas iguales los geles caprinos son menos firmes.

Las caseínas de la leche de cabra contienen proporciones de caseínas  $\alpha_S$  más débiles que aquellas de la leche de vaca (13). En otra, ésta proporción es muy variable

TABLA 6  
COMPOSICION EN VITAMINAS DE LA LECHE CAPRINA

		Promedio	Desviación Estandar
Acido Ascórbico	(mg/100 ml)	1,02	± 0,13
Vitamina C Total	(mg/100 ml)	2,44	± 0,16
Acido Fólico	( $\mu$ g/100 ml)	2,17	± 0,81
Vitamina B <sub>12</sub>	(ng/ 100 ml)	14,04	± 3,96
Retinol	(UI/ 100 ml)	133,3	± 30
Tocoferol	(UI/ 100 ml)	0,083	

TABLA 7  
COMPORTAMIENTO DE LAS LECHE DE CABRA Y VACA FRENTE AL CUAJO (24)

Variables	Valores promedios		Valores Extremos
	Leche de Cabra	Leche de Vaca	Leche de Cabra
Tiempo de Cuajado (min)	20,1 ± 1,05	37,3	9,5 - 45,8
Firmeza de Gel (mV)	48,1 ± 2,99	108,0	18,0 - 102,0
Velocidad de Endurecimiento del Gel (mV/min)	4,0 ± 0,38	3,1	0,8 - 12,3
Peso de Suero Exudado por Centrifugación (g/100 ml)	92,7 ± 0,25	87,8	89,0 - 96,2
Humedad de la Cuajada Centrifugada (g/gMS)	1,68 ± 0,06	2,35	1,33 - 2,32

según los individuos (22, 26, 27, 13), resultando diferencias de comportamiento en la coagulación. Las leches con una concentración débil en caseína  $\alpha_S$  se revelan más sensibles a la acción del cuajo, pues tienen un tiempo de coagulación más corto que las otras leche. La caseína  $\alpha_S$  tendrá así un papel estabilizante de la leche frente al cuajo (27,28).

El diámetro de las micelas, en promedio, más elevado en la leche de cabra que en la leche de vaca (260 contra 180 nm), tiene igualmente una incidencia importante sobre la consistencia del coágulo al cuajo (13). Cuando el tamaño de las micelas aumenta, la firmeza del gel disminuye. Observaciones similares han sido hechas sobre la leche de vaca (29,30). Sin embargo, la influencia de las dimensiones micelares sobre el tiempo de cuajado de la leche bovina no es evidente. Ciertos autores no resaltan un efecto significativo (31, 29, 39); otros, al contrario, han observado diferencias de tiempo de coagulación entre leches conteniendo micelas de tamaño variables (32, 33, 34).

El grado de hidratación de las micelas presenta según Remeuf (24) una correlación positiva significativa con la firmeza del gel. Esta observación es muy original y se respalda por la comparación leche cabra-leche de vaca. Esta última presenta micelas donde la hidratación es más fuerte dando un gel al cuajo de firmeza más grande.

Es posible que el grado de hidratación de las micelas influye sobre las características reológicas del gel por el intermediario de la mineralización de ellas. Las micelas de la leche de cabra, como las de leche de vaca, contiene calcio y fosfato ligados a las caseínas por ligaciones iónicas (35). La mineralización de las micelas caprinas es, sin embargo, más fuerte que en las micelas bovinas: 3.6 g de Ca/100 g de caseína contra 2.9 en la leche de vaca (13). Según O'Connor y Fox (36), la relación caseína/calcio coloidal/fósforo inorgánico coloidal (p/p/p) se estableció a 1/0.044/0.20 contra 1/0.031/0.01 en la leche de vaca. Las concentraciones en calcio y en fósforo inorgánico coloidal, que son correlacionadas positivamente a la concentración en caseínas y a la proporción caseína  $\alpha_S$ , tienen una incidencia favorable sobre la firmeza del gel y sobre la velocidad de endurecimiento (24). También ha sido observado que el aumento de la concentración en calcio en la fase soluble determina un incremento de la velocidad de formación del coágulo de cuajo (27,24).

Cuando se adiciona el cuajo a la leche de cabra, la fase enzimática se desarrolla de la misma manera que en la leche de vaca, aunque una particularidad concerniente a la fase de coagulación ha sido observada por Duanand (37). Este autor intentó aplicar a la leche de cabra un modo de coagulación inspirándose del proceso Sthenn-Hutin (38), agregando cuajo a la leche reconstituida a 25 p. 100 de extracto seco a una temperatura de 6°C, la coagulación se efectuó mezclando agua caliente después de un periodo de reposo de 20 h. La leche de vaca tratada en éstas condiciones no sufre de evolución notable al curso de este periodo de

reposo, en cambio la leche de cabra concentrada coagulaba siempre después de unas horas de almacenamiento. Mismo que la temperatura se bajara a 2°C, la leche de cabra coagulaba siempre en menos de 24 horas. Esto hace aparecer que la fase de coagulación es menor influenciada por el factor temperatura. La técnica de cuajado, en frío, de la leche concentrada y de coagulación rápida por dilución con agua caliente solo puede considerarse sobre un rango de tiempo reducido y utilizando temperaturas bajas (3-4°C).

El gel caprino presenta una capacidad al desuerado más importante que el gel bovino. Este resultado se explica, en parte, por el débil contenido en caseínas de la leche de cabra que se traduce naturalmente por una cantidad de agua más elevada por un volumen dado de leche (25,13). Remeuf (24) ha observado una correlación negativa entre la cantidad de lactosuero desuerado en condiciones determinadas y la firmeza del gel al cuajo.

Disponiendo de sus propias observaciones y de aquellas de un estudio paralelo conducido sobre leche de vaca (39), Remeuf (24) pudo establecer que la diferencia de firmeza de los geles bovinos y caprinos se explican esencialmente por la diferencias de carácter físico-químicos entre las dos leches: dos variables tienen una influencia determinante, el diámetro medio de las micelas y su grado de hidratación.

#### 4.1.2 Coagulación ácida o láctica y características del gel.

La acidificación de la leche disminuye el tiempo de coagulación por el cuajo y aumenta la firmeza del gel, hasta un pH próximo de 6 (40). Por debajo del pH 6, los efectos de la desmineralización y de la desintegración de las micelas se hacen sentir y el gel se vuelve menos firme. La acidificación puede así ser utilizada como un sólo agente de coagulación.

Los geles ácidos o lácticos tienen, del hecho mismo de su estructura, características mecánicas y reológicas muy diferentes de los geles al cuajo. Estos son desmenuzables, frágiles, permeables, poco contráctiles (41, 42, 43, 44) y de este hecho no toleran un trabajo mecánico intenso (54). Por otra parte, también tienen una estructura proteica más dispersa, más difusa y menos coherente que un gel obtenido con cuajo (46). En microscopia electrónica, aparecen como formados de larga fibras delgadas constituidas por la asociación de proteínas (47).

Los caracteres reológicos del gel láctico dependen a la vez de factores inherentes a la leche, netamente la concentración en proteínas, y de factores ligados a las condiciones de la acidificación, temperatura, velocidad de acidificación y pH del final de la fermentación (48).

Ghanem-Lakhal (49) utilizó la viscosimetría para apreciar la consistencia del gel láctico obtenido a partir de la leche de cabra. Este autor muestra que la concentración en caseína total es un factor importante de variación de la viscosidad, al igual que la relación calcio soluble/calcio

total, el diámetro medio de las micelas y la relación caseína soluble/caseínas totales. Independientemente de la concentración en caseínas, la proporción de caseínas  $\alpha_S$ , influye igualmente de manera positiva sobre la firmeza del gel láctico determinada por penetrometría.

#### 4.2 Influencia de la composición de la leche de cabra sobre el rendimiento quesero.

El rendimiento quesero de la leche de cabra, al igual que el de la leche de vaca, es función de la concentración de la leche proteínas y en materias grasas, que representan cerca de 90 por ciento de la materia seca del queso (50). Sin embargo, el solo conocimiento de la concentración de proteínas de la leche de fabricación permite explicar hasta el 76 p. 100 de las variaciones de rendimiento en queso (51). Mocquot et al (52) observaron que cada gramo de proteínas presente en 1 Kg de leche, aporta un peso de queso muy superior a aquel que aporta un gramos de materia grasa. Se considera que un gramo de materia proteica fija, según las tecnologías, de 2.3 a 2.8 gramos de agua mientras que un gramo de materia grasa fija al máximo 0.2 gramos (53). Según Ricordeau y Mocquot (51), la leche de cabra presenta un proporción de materias nitrogenadas coagulables de 69 p. 100 contra 75 p. 100 para la leche de vaca, sea 2.6 a 3.0 g de proteínas coagulables menos por Kg de leche, por una

misma riqueza en materias grasas. Estos valores han sido confirmados por Portmann et al (50) y por Grappin et al (8) quienes encontraron respectivamente los valores de 69.5 p. 100 y de 70.9 p. 100. Estas particularidades explican, en parte, el comportamiento tecnológico muy particular de la leche de cabra y de la debilidad relativa de su rendimiento quesero (Figura1), pues éste está fuertemente ligado a la concentración de proteínas y estas son normalmente más elevadas al inicio y fin de la lactación y disminuye en el periodo intermedio.

En el caso de una transformación de la leche en queso, el esfuerzo de la selección genética de los animales productores se deberá orientar hacia las concentraciones de materia proteica (MP) y de materia grasa (MG), las cuales condicionan el rendimiento y la calidad del producto final. En efecto, la materia proteínica es el elemento de base de la fabricación de queso (54) y la leche de cabra es relativamente mal provista, puesto que la relación MG/MP es más elevada que la de la leche de vaca.

La composición de la leche juega un papel fundamental por explicar el comportamiento tecnológico particular en el proceso de fabricación quesera (55); sobre todo, aparece de más en más que la leche de cabra es bien diferente de la leche de vaca y no puede ser similar a ella como seguido se

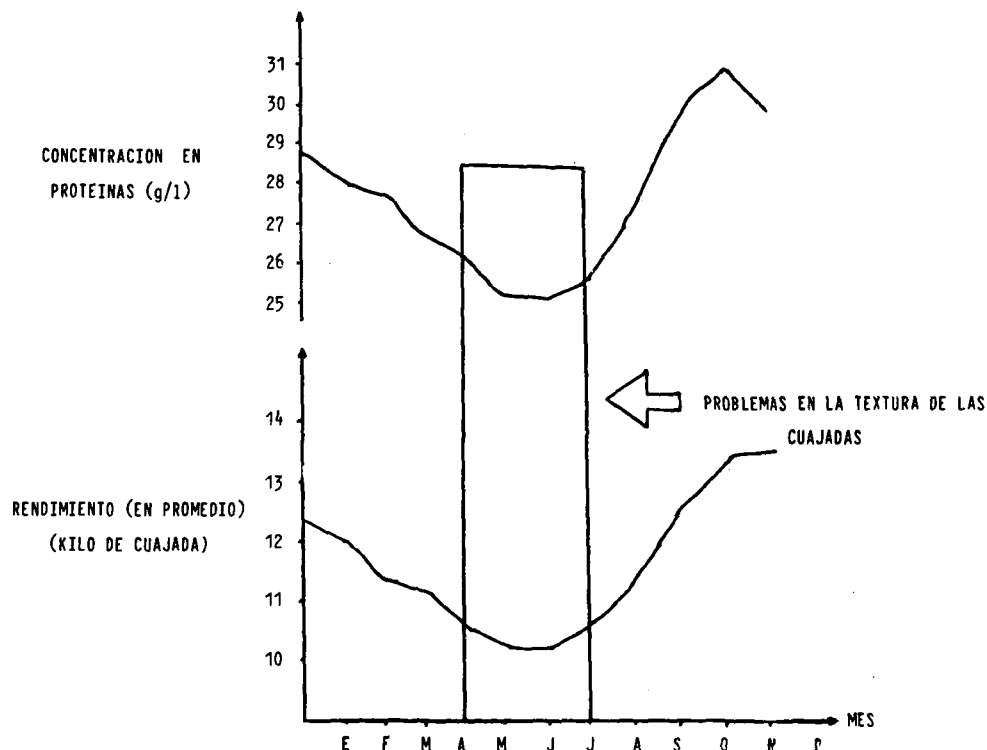


FIGURA 1

Evolución de la concentración en proteínas y del rendimiento quesero de la leche de cabra, en el transcurso del año (4)

ha hecho, en el pasado reciente. Por otro lado, sigue siendo interesante de continuar comparándola a la leche de vaca, pues es la leche de referencia en estudios sobre este tema.

### AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a la Sra. Ruth Yolanda López Pérez, quien con mucha paciencia y gentileza colaboró mecanografiando éste trabajo.

### REFERENCIAS

- Parkash, S & R. Jenness. The composition and characteristics of goat's milk. A review Dairy Sci Abstr. 30:67-87, 1968.
- Jenness, R. Composition and characteristics of goat's milk: a Review 1968-1979. J Dairy Sci, 63: 1605-1630. 1980.
- Ramos, M & M, Juárez. The composition of ewe's and goat's milk. Bull. F.I.L. N° 140, 1981.
- Le Mens, P. Composition du lait, la situation actuelle. La chèvre, 153: 14-21, 1986.
- Fatoux, A. Composition du lait de chèvre. La chèvre, 52: 1-4, 1968.
- Le Jaouen, JC. Caracteristiques et composition du lait de chèvre considere du point de vue zootechnique et de son utilisation. Monografía- Seminario Nacional de Ovinos y Caprinos - Maracaibo 30 de Nov. 2 Dic. , 1972.
- Fatoux, A. La composition du lait de chèvre: La chèvre, 77: 16-22, 1973.
- Grappin, RR. Jeunet, R Pillet & A Toquin. Etude des laits de chèvre: Teneur du lait de chèvre en matiere grasse azotee et fractions azotées. Le Lait, 61: 117-133, 1981.
- Bredehaug, J & RK Abrahamsen. Chemical composition of milk from a herd of Nor wegian goat's. J Dairy Res, 46: 365-367, 1986.
- Morand-Fehr, P, G Blanchart, P Le Jaouen & P Bas. Données récents sur la composition du lait de chèvre. 11 èmes, 1986.
- Le Jaouen, JC. Composition du lait. De nombreux facteurs . La chèvre, 153: 10-13, 1986.
- Mietton, B. Composition du lait de chèvre et aptitudes fromageres. Incidence de l'alimentation. Revue des Enil, 109: 29-58, 1986.
- Remeuf, F & Lenoir, J. Caracteristiques physico-chimiques de laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la prèsure. Revue Laitiere Francaise, 446: 32-40, 1985.
- Verdalet-Guzmán, I. Contribution à l'étude des aptitudes fromagères du lait de chèvre. Influence du polimorphisme génétique de la caseína  $\alpha$ S1. Correction technologique des lait de variants déficients. Tesis de Doctorado en Ciencias, Universidad de Caen, Francia, 1989.
- Mac Gillivray, RTA, K. Barnes. The amino acid sequence of goat's  $\alpha$ -lactalbumin. Archives of Biochemistry and Biophysics, 197: 404-414, 1979.
- Khatoun, JA. & VK. Joshi. Physico-chemical characteristics of the proteose-peptone fraction from goat milk. II. Amino acid composition, hexose and hexoamine contents. Milchwissenschaft, 42: 280-281, 1987.
- Le Jaouen, JC. La fabrication du fromage de chèvre fermier. Ed. I.T.O.V.I.C., 1982. p. 15-24.
- Kuzdzal-Savoie, S & W Kizdzal. La recherche du lait de vache ajouté au lait de chèvre. Application au cas du fromage Ann. Technol. Agric., 8: 131-144, 1959.
- Grandpierre, C, J Ghisolfi & J P Thouvenot. Etude biochimique du lait de chèvre. Can. Nutr. Dièt., 23: 367-374, 1978.
- Brule, G. Les mineraux. En: Le Lait, matiere premiere de la industria laitière. CEPIL-INRA, Paris, 1987, p. 87-98.
- Mahieu, H, JC Le Jaouen, FM Luquet & L Mouillet. Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces bovines, ovines et caprines. Le Lait, 565: 287-300, 1977.
- Richardson, BC, LK, Creamer, KN Pearse & R.E. Munford. Comparative micelle structure. II Structure and composition of casein micelles in ovine and caprine milk as compared with those in bovine milk. J. Dairy Res., 41: 239-247, 1974.
- Boulangier, A. Etude biochimique et gènetique des proteines du lait de chèvre (Capra Hircus). Tesis Doctor 3er. ciclo, Paris VII, 1976.
- Remeuf, F. Contribution à l'étude des aptitudes fromagères du lait de chèvre. Tesis Doctor-Ingeniero, INA-PG, Paris, 1988.
- Storry, JE, AS Grandison, D Millard, AJ Owen & GD Ford. Chemical composition and coagulation properties of renneted milks from different breeds and species of ruminants. J Dairy Sci, 50: 215-229, 1983.
- Boulangier, A, F Grosclaude & MF Mahe. Polymorphisme des caseines  $\alpha$ S1 et  $\alpha$ S2 de la chèvre (Capra Hircus). Genet Sèl Evol, 16: 157-176, 1984.
- Ciafarone, N & F Addeco. Composition de la caseine et propriétés du lait de chèvre. II Vergaro, 11: 17-24, 1984.
- Ambrosoli, R., L Di Stasio & P Mazzocco. Content of  $\alpha$ S1 - casein and coagulation properties in goat milk. J Dairy Sci, 71: 24-28, 1988.
- Niki, R & S Arima. Effects of size of casein micelle on firmness of rennet curd. Japanese J Zootech Sci 55: 409-415, 1984.
- Ford GD & AS Grandison. Effect of size of casein micelles on coagulation properties of skim milk. J. Dairy Res. , 53: 129-133, 1986.
- Dalgleish, DG, J Brinkhuis & TA Payens. The coagulation of differently sized casein micelles by rennet. Eur. J Biochem, 119: 257-261, 1981.
- Kosikowski, FV & G Mocquot. Progrè de la technologie du fromage Ed F.A.O., Rome, 1958.
- Ekstrand, B, M Larsson-Raznikiewinc & C Perlman. Casein micelle size and composition related to the enzymatic coagulation process. Biochim Biophys Acta, 630: 361-366, 1980.
- Nielsen. WE, G Berntsen, S Hansen BB Larsen & D Edelsten. Rennet coagulation of casein micelles of different size. XXI International Dairy Congr. 1:257-258, 1982.
- Ono, T & LK. Creamar. Structure of goat casein micelles. New Zealand J Dairy Sci and Tech. 21: 57-64, 1986.

36. O'Connor, P & PF Fox. The proteins and salts of some non-bovine milks. *J. Dairy Res.*, 44: 6507-609, 1977.
37. Dunand, C. La coagulation du lait de chèvre: quelles particularités?. *Reveu des Enil*, 119: 10-11, 1987.
38. Stenne, P. La fromagerie en continu. *Le Lait*, 45: 143-151, 1965.
39. Cossin, V. Contribution à l'étude des aptitudes fromagères du lait de vache. Tesis Doctor-Ingeniero, INA-PG, Paris, 1988.
40. Ramet, PP & F Weber. Contribution à l'étude de l'influence des facteurs de milieu sur la coagulation enzymatique du lait reconstitué. *Le Lait*, 60: 1-13, 1980.
41. Ramet, JP & J Hardy. La coagulation du lait. *Le Technicien du lait*, décembre: 7-16, 1972.
42. Veisseyre, R. Technologie du lait. Ed. La Maison Rustique, Paris, 1975.
43. Weber, F. Etude de l'égouttage des coagulums de lait et composition des lactosérums. Tesis Docteur és Sciences, Universidad de Caen, Francia, 1976.
44. Lenoir, J, G Lamberet, JL Schmidt & C Tourneur. La maîtrise du bioréacteur fromage. *Biofutur*, 41: 23-50, 1985.
45. Alais, C Science du lait. Ed. SEP, Paris, 1984.
46. Lablee, J. Les erreurs de technique de coagulation et d'égouttage. En: *Le Fromage*, Eck, A, Ed. Lavoisier, Tec Doc Paris, 1987, p. 193-205.
47. Kalab, M & VR Harwalkar. Milk gel structure. 1. Application of scanning electron. Microscopy to milk and other food gels. *J Dairy Sci*, 56: 835-842, 1973.
48. Brule, G & J Leoir. La coagulation du lait. En: *Le Fromage*, Eck, A, Ed. Lavoisier, Tec Doc Paris, 1987, p. 1-21.
49. Ghanem-Lakhal, M. Contribution à l'étude de l'aptitude du lait de chèvre à la fabrication de laits fermentés. Tesis Doctor Ingeniero, Universidad de Caen, Francia, 1987.
50. Portmann, A., A Pierre & P Vedrenne. Relation entre teneur en matière grasse et azotée du lait de chèvre et rendement en fromage. *Revue Laitière Française*, 251: 97-101, 1986.
51. Ricordeau, G & G Mocquot. Influence des variations saisonnières de la composition du lait de chèvre sur le rendement en fromage. Conséquence pratique pour la sélection. *Ann Zootech*, 16: 165-181, 1967.
52. Mocquot, G, E Blanc-Patin, M Saincliver, P Rousseau & R Jeunet. Relation entre la teneur du lait en matière azotée et le poids de fromage obtenu. *Ind. Laitière*, 203: 269-276, 1963.
53. Mietton, B. Les redements en fromagerie. Eléments de méthodologie pour une meilleure détermination et utilisation des données. *Revue des Enil*, 104: 6-16, 1986.
54. Verdalet-Guzmán, I. Los rendimientos queseros de la leche. *La Ciencia y el Hombre* (enviado para su publicación).
55. Verdalet-Guzmán, I. Las aptitudes queseras de la leche. *La Ciencia y el Hombre*, 4: 97-105, 1989.