

# Composición Química de la Leche Producida en la Argentina

● Ing. Agr. Miguel Taverna, INTA Rafaela

*La calidad de la leche persigue tres objetivos claros, incrementar el consumo, la competitividad y las exportaciones. Por otra parte, se busca obtener una materia prima de excelencia con la finalidad de que la cadena láctea argentina responda a la evolución de las exigentes normativas y a las demandas de los consumidores.*

- En un sentido amplio, una estrategia basada en la calidad es considerada como una verdadera política agroalimentaria. Su aplicación responde a tres objetivos concretos: a) Incrementar el consumo doméstico, b) Incrementar la competitividad de la producción nacional frente a productos importados, y c) incrementar la exportaciones.

En el caso de la cadena láctea argentina, el logro de una materia prima de calidad que permita responder adecuadamente a los distintos procesos de industrialización, a la evolución de las exigencias reglamentarias y a los cambiantes requerimientos de los consumidores, ha sido y es un objetivo perseguido y compartido por los actores de la cadena. Las Instituciones acompañaron este proceso. El INTA desarrolló en los últimos 15 años, numerosas acciones enmarcadas en diferentes proyectos de investigación y desarrollo: PROCALE I (1991), PROCALE II, (1997); Proyecto Nacional Lechería (2001).

Dada la importancia nutricional, técnica y económica que tiene la composición química de la leche, el objetivo de esta publicación es presentar un conjunto de resultados, surgidos de los mencionados proyectos, que permiten caracterizar este criterio

de la calidad. La presentación fue dividida en cinco temas: macroelementos, fracción nitrogenada, perfil de ácidos grasos, minerales, vitaminas y parámetros físico-químicos.

## MACROELEMENTOS

### Estadísticas descriptivas

En el Cuadro 1 se agrupan los resultados obtenidos en diferentes estudios. Como puede visualizarse, los trabajos utilizaron diferentes unidades de muestreo (tambo, cisterna, silo y empresas), abarcaron diferentes períodos cronológicos y distintas Cuencas.

Los promedios surgidos en los diferentes trabajos resultaron similares. En el estudio "5", parte de las muestras de leche provenían de tambos con rodeos conformados por cruza Holando x Jersey, situación que explica promedios algo superiores a las restantes situaciones. Las diferencias en la dispersión de los resultados entre estudios, evidenciado por el desvío estándar, se deben a la unidad de muestreo considerada, siendo lógicamente mayores cuando se consideraron los tambos y menores en empresas.

● Cuadro 1. Concentración de grasa, proteína y lactosa de la leche producida en Argentina.

Estudios	Resultados composición química (gr/100ml)											
	Grasa				Proteína				Lactosa			
	X	S	Mín	Máx	X	S	Mín	Máx	X	S	Mín	Máx
Base Tambos <sup>1</sup>	3,58	0,25	2,50	4,96	3,26	0,14	2,11	4,21	4,70	0,16	3,70	5,22
Base Cisternas <sup>2</sup>	3,61	0,24	2,90	4,78	3,26	0,10	2,87	3,87	4,74	0,21	4,24	5,54
Base Silo <sup>3</sup>	3,61	0,14	3,52	4,05	3,23	0,07	3,12	3,40	4,71	0,08	4,51	4,87
Base Empresas <sup>4</sup>	3,55	0,12	3,30	3,90	3,22	0,09	3,01	3,46	-	-	-	-
Base Tambos <sup>5</sup>	3,69	0,41	2,15	5,91	3,33	0,18	2,92	4,23	4,87	0,13	4,30	5,21

X: media aritmética, D.E.: desvío estándar, Min.: valor mínimo y Mas.: valor máximo.

<sup>2</sup> Taverna y Coulon 2000. Muestras mensuales 37 cisternas recolección, período muestreo: 1997-1998.

<sup>1</sup> Tavernal 2001. Muestras mensuales 62 tambos, período muestreo:1999-2000.

<sup>4</sup> Taverna 2006. Promedios mensuales de empresas lácteas que recolectan el 75% de producción nacional.

<sup>3</sup> Taverna et al, 2005. Muestras bimensual de silos de 250 mil litros de capacidad, período muestreo: 2000-2002.

<sup>5</sup> Taverna 2006. Muestreo mensual de 45 tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras argentinas. Período: 2003-04.



Del análisis conjunto de los datos relevados, la leche producida en Argentina tiene las siguientes composición: Grasa: 3,60%; Proteína: 3,26%; Lactosa: 4,75%. Adicionando a estos componentes un valor constante de cenizas de 0,67%, obtenemos finalmente una concentración de sólidos no grasos de 8,68% y de sólidos totales de 12,28%.

**Variación estacional**

Los cambios de la alimentación, del clima y la mayor o menor concentración de partos en determinadas épocas del año, provocan cambios significativos en la producción y composición química de la leche. Con el objetivo de visualizar estos cambios a nivel de grandes volúmenes de leche (70% producción nacional), se procesaron y promediaron 7 años de datos mensuales. En la Figura 2 se presentan los desvíos mensuales de materia grasa (MG) y proteína (Pr), tomado como valor cero al promedio general de la base de datos.

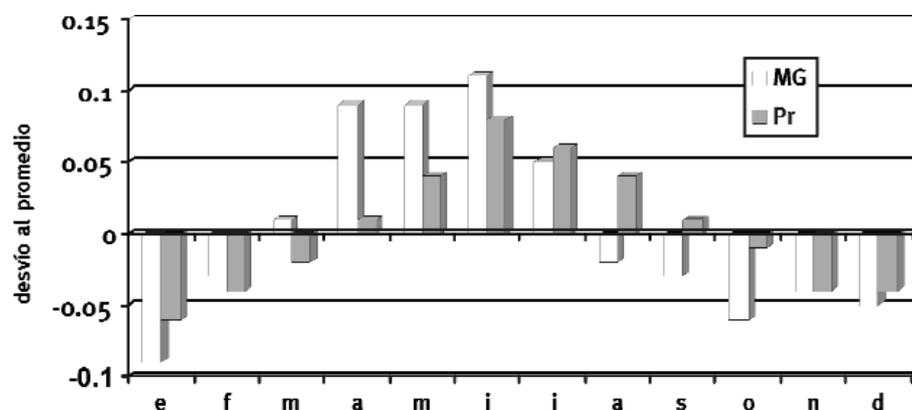
Las dos series muestran un similar comportamiento estacional. Las concentraciones medias de grasa y proteína el otoño y especialmente en el invierno fueron superiores al promedio, mientras que las correspondientes al período primavera-estival fueron inferiores a este valor. Las amplitudes máximas entre meses fueron de +/- 0,1 y 0,06% para la grasa y proteína, respectivamente.

Resulta importante resaltar el efecto negativo que ejerce "el verano" en las ambas concentraciones. El hecho que durante éste momento del año, en general, los rodeos cuentan con una importante proporción de vacas con lactancias avanzadas (aspecto que tiende a incrementar la concentración), magnifica aún más la consecuencia negativa de este período.

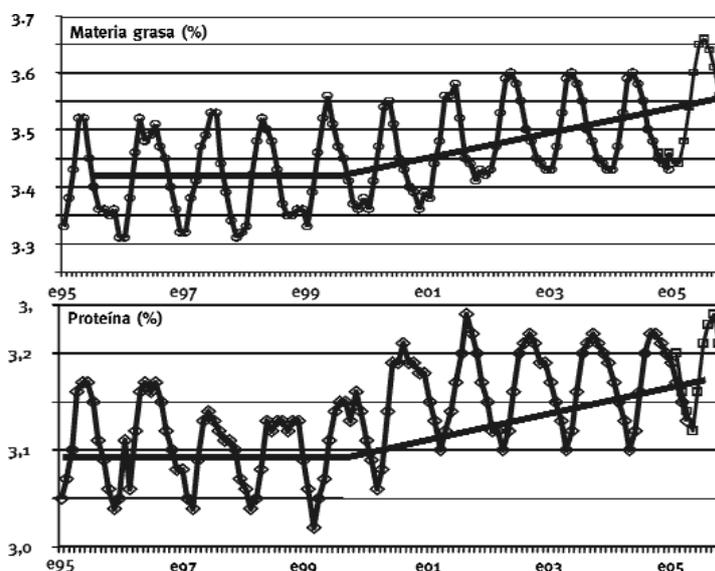
**Evolución en el tiempo**

Con el objetivo de analizar el comportamiento en el

● *Figura 2. Desvíos mensuales de la concentración de materia grasa y proteína.*



● *Figura 3. Estudio del comportamiento en el tiempo de la concentración de la materia grasa y la proteína de la leche producida en Argentina (Taverna et al, 2002).*



tiempo de la concentración de la grasa y la proteína en la leche producida en la Argentina, se procesó la información suministrada por siete industrias lácteas que operan en distintas cuencas lecheras y que recolectan aproximadamente el 70% de la producción nacional. Cada empresa informó los promedios mensuales de la concentración de ambos parámetros desde enero de 1995 hasta diciembre del 2005. Se utilizó el procedimiento Análisis de Series de Tiempo y Predicción (SAS V 8,1) para analizar los datos, presentándose los resultados del modelo en la Figura 3.

Los ajustes del modelo fueron muy aceptables ( $R^2$ : 0,90 y 0,81 para la grasa y proteína, respectivamente). El trabajo permitió concluir que las mismas variaciones estacionales se mantuvieron en el tiempo y que a partir de los años 1999-2000 se produjo una tendencia de incremento anual de ambos componentes.

La aplicación durante la década del 90 de sistemas de calificación y pago de la leche por su calidad, sumado a la adopción de tecnologías por parte de los productores (alimentación, manejo, genética) se tradujeron en mejoras en la concentración de grasa y proteína en la leche producida en la Argentina. Estos logros de importancia tecnológica y económica para el sector deberían ser sostenidos y, en lo posible, mejorados.

**Fracción Nitrogenada**

En el Cuadro 2 se muestran estadísticas descriptivas referidas a la fracción nitrogenada de la leche. Este perfil presentó un comportamiento estacional similar al de la proteína total. Las

mayores concentraciones se observaron durante el invierno y las más bajas durante el verano. Contrariamente, durante el invierno se registraron las menores concentraciones de NNP y en el verano las más elevadas. Esto último aspecto vinculado al nivel de participación de la pastura en la dieta de las vacas.

Con respecto a las relaciones entre las mismas se ubican dentro de los rangos característicos de la raza predominante en Argentina (Holando Argentino). Las relaciones PV/PT, Cas/PV fueron más altas durante el invierno y más bajas en el verano. Contrariamente, la mayor proporción de PS/PT y NNP/NT se observó en verano y la menor, durante el invierno.

**Ácidos Grasos**

En el Cuadro 3 se presenta una caracterización del perfil de los ácidos grasos (AG) de leche de tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras de Argentina y muestreados durante un año consecutivo. En el Cuadro 4 fueron agrupados los ácidos grasos considerando características físico-químicas y propiedades nutricionales-funcionales.

Esta caracterización general es acorde a otras publicadas previamente en Argentina. Esta caracterización presentó variaciones estacionales, siendo los AG saturados de cadena corta (4:0 al 12:0), los ácidos 14:1, 15:0, 16:1, 17:0, 24:0 y los PUFA (18:2 t,18:3, CLA, 20:3 n6, 20:4 n6, 20:5 n3, 22:5 n3), los que mayores cambios manifiestan asociados a la estación del año. En particular, la mayor concentración de AG insaturados se asocia al aumento en el consumo

de pasturas, situación que se manifiesta en primavera-verano. Similar comportamiento muestran los AG *trans*-18:1, 18:3 y el CLA.

**Minerales**

En el Cuadro 3 se presentan estadísticas descriptivas sobre la concentración de los minerales de mayor interés nutricional y tecnológico de la leche.

Los promedios y rangos resultaron coincidentes con referencias bibliográficas. El Na y Cl mostraron promedios por encima de estas referencias. La con-

centración de los minerales analizados no presentaron variaciones estacionales claras que puedan inferir una tendencia en su comportamiento.

**Vitaminas y poder antioxidante**

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de algunas vitaminas y del poder antioxidante de leche. Las muestras corresponden a tambos ubicados en distintas Cuencas y para un período de un año (Descalzo y Rossetti, 2006)

● Cuadro 2. Perfil nitrogenado de la leche.

Variables	Base Cisterna <sup>2</sup>		Base Tambo <sup>1</sup>		Base Silo <sup>3</sup>	
	X	DE	X	DE	X	DE
Proteína (gr/100ml)	3,26	0,10	3,26	0,14	3,21	0,13
P. Verdadera (gr/100ml)	3,07	0,14	3,02	0,19	3,02	0,09
Caseína (gr/100ml)	2,48	0,14	2,46	0,22	2,37	0,10
NNP (gr/100ml)	0,03	0,003	0,036	0,006	0,035	0,003
N Ur (gr/100ml)	0,015	0,004	0,017	0,004	-	-
PV/Pr (%)	93,7	0,8	92,7	1,1	94,0	0,6
CAS/Pr (%)	75,7	2,9	75,4	4,9	73,8	2,2
CAS/PV (%)	80,1	3,1	81,2	5,0	78,4	2,8
NNP/NT (%)	6,3	0,7	7,0	1,1	7,0	1,0
Nur/NT (%)	2,9	0,6	3,5	0,8	-	-

X: promedio, DE: desvío estándar,

1 Tavera 2001. Muestras mensuales 62 tambos, período muestreo: 1999-2000.

2 Tavera y Coulon 2000. Muestras mensuales 37 cisternas recolección, período muestreo: 1997-1998.

3 Tavera et al, 2005. Muestras bimensual de silos de 250 mil litros de capacidad, período muestreo: 2000-2002.

● Cuadro 3. Caracterización del perfil de ácidos grasos en leche.

Variable	Media	D.E.	Variable	Media	D.E.
C4	3,68	0,56	C18	10,92	1,79
C6	2,24	0,36	C18:1 t	3,19	0,82
C8	1,29	0,27	C18:1 c	19,26	2,28
C10	2,66	0,64	C18:2 t	0,20	0,05
C10:1	0,27	0,07	C18:2 c	2,01	0,52
C12	2,97	0,71	C18:3 n3	0,75	0,27
C14	9,82	1,37	CLA	0,90	0,32
C14:1	0,81	0,19	C22 + 20:3 n6	0,09	0,04
C15	1,19	0,15	C20:4 n6	0,16	0,09
C16	26,31	1,67	C20:5 n3	0,11	0,05
C16:1	1,44	0,18	C24	0,06	0,03
C17	0,70	0,10	C22:5 n3	0,10	0,04

Muestreo mensual de 45 tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras argentinas. Período: 2003-04.



Los valores resultan coincidentes con la bibliografía. La concentración de Beta Caroteno no varió estacionalmente. La de Gama Tocoferol y Alfa Tocoferol variaron entre meses analizados pero sin mostrar un claro comportamiento estacional. Con respecto al valor de oxidación lipídica. Los niveles fueron más altos en la leche producida en verano y más bajas en las del otoño-invierno.

**Parámetros físico-químicos**

En el Cuadro 4 fueron agrupados los resultados referidos a parámetros físico-químicos.

Los promedios generales de pH y acidez se ubican dentro de los rangos citados por la bibliografía para leche fresca normal (6,6 y 6,8 para pH y 14 y 18°D para acidez).

Los valores de pH y de acidez no mostraron un patrón de comportamiento estacional, siendo éste muy variable entre años.

La estabilidad térmica de la leche fue estimada a través del tiempo de coagulación. Los valores obtenidos resultaron comparables a los citados por otros estudios nacionales y extranjeros. El tiempo de coagulación varió estacionalmente, siendo los promedios de invierno y verano similares y los más altos (24 min). El del otoño y fundamentalmente el de la primavera fueron los más bajos (20 y 18 minutos, respectivamente).

La crioscopía no presentó un comportamiento estacional, resultado éste muy variable según el año considerado. ■

● Cuadro 4. Ácidos grasos agrupados por características físico-químicas y propiedades nutricionales-funcionales.

Variable	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
Omega3	0,95	0,34	35,59	0,04	1,80
Omega6	2,36	0,55	23,32	1,27	4,30
Omega6/omega3	3,34	5,33	159,46	1,15	63,50
Saturados	61,83	3,09	4,99	53,35	70,53
Insaturados	29,27	2,63	8,99	22,75	35,94
Rel sat vs insat	2,14	0,30	13,81	1,54	3,05

Muestreo mensual de 45 tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras argentinas. Período: 2003-04.

● Cuadro 5. Caracterización de la concentración mineral de la leche relevada.

Componentes	Base Silo (g/100ml) <sup>1</sup>		Base Cisterna (g/100ml) <sup>2</sup>	
	Media	DE	Media	DE
Ca	111,8	11,3	127,7	13
P	94,3	7,6	88,6	13
Mg	9,9	0,9	12,4	1,7
K	149,7	10,8	144,2	20
Cl	140,9	10,9	141,1	13
Na	57,1	6,9	61,8	10
Citrato	133	6,47	-	-

<sup>2</sup> Taverna y Coulon 2000. Muestras mensuales 37 cisternas recolección, período muestreo: 1997-1998.

<sup>1</sup> Taverna et al, 2005. Muestras bimensual de silos de 250 mil litros de capacidad, período muestreo: 2000-2002.

- Cuadro 6. Vitaminas y poder antioxidante en leche de tambos.

Ítems	Media	DE
Beta Caroteno (microg/ml)	0,67	0,21
Gama Tocoferol (microg/ml)	0,089	0,028
Alfa Tocoferol (microg/ml)	1,65	0,38
Prueba de oxidación lipídica (TBA) (mg equ.MDA/kg de leche).	0,122	0,025

Descalzo y Rossetti, 2006. Muestreo mensual de 45 tambos ubicados en diferentes cuencas lecheras argentinas. Período: 2003-04.

- Cuadro 7. Caracterización de parámetros físico-químicos.

Componente	Base silo <sup>1</sup>		Base cisterna <sup>2</sup>		Base tambo <sup>3</sup>	
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
.pH	6,69	0,04	6,76	0,12	6,68	0,15
Acidez (°D)	16,15	1,37	14,66	1,03	14,71	1,08
E.T.(minutos)	21,9	3,76	-	-	-	-
Crioscopía (°C)	0,520	0,01	0,522	0,01	0,527	0,008

E.T.: estabilidad térmica. D.E. Desvío estándar.

1 Taverna et al. 2005. Muestras bimensual de silos de 250 mil litros de capacidad, período muestreo: 2000-2002.

2 Taverna y Coulon 2000. Muestras mensuales 37 cisternas recolección, período muestreo: 1997-1998.

3 Taverna 2001. Muestras mensuales 62 tambos, período muestreo: 1999-2000.

## Bibliografía

- Descalzo, A y Rossetti L. 2006. En: Informe final del Proyecto Nacional de Lechería del INTA (2001-2005). "Incremento de la concentración en la leche de sólidos útiles de compuestos químicos con propiedades terapéuticas y/o sensoriales a través de estrategias de alimentación, de manejo y de la genética" Proyecto N° 520202. 103 páginas.
- Páez, R., 2006. En Informe final del Proyecto Nacional de Lechería del INTA (2001-2005). "Incremento de la concentración en la leche de sólidos útiles de compuestos químicos con propiedades terapéuticas y/o sensoriales a través de estrategias de alimentación, de manejo y de la genética" Proyecto N° 520202. 103 páginas.
- PROCALE I (1991). Proyecto Calidad de Leche I. Mejoramiento de la Calidad Higiénico-Sanitaria.
- PROCALE II (1997). Proyecto Calidad de Leche II. Mejoramiento de la aptitud tecnológica de la leche.
- Proyecto Nacional de Lechería (2001). "Incremento de la concentración en la leche de sólidos útiles de compuestos químicos con propiedades terapéuticas y/o sensoriales a través de estrategias de alimentación, de manejo y de la genética".
- Taverna M., Coulon J.B. 2000. La calidad de la leche y de los quesos. Ed. INTA. 113 pág.
- Taverna, M. 2001. En: Informe final del PROCALE II. 37 páginas.
- Taverna, M., Cuatrín A., Quaino, O., (2002). Estudio del comportamiento en el tiempo de la concentración de la materia grasa y la proteína de la leche producida en la Argentina. Rev. Arg. Prod. Anim., Vol 22, Supl. 1, pág 38.
- Taverna, M. 2005. La Calidad como factor de competitividad de la cadena láctea. En: Manual de referencias técnicas para el logro de leche de calidad, 2° Edición, Ed. INTA, pág. 7-16.
- Taverna, M., Chavez, M., Páez, R., Cuatrín, A., Negri, L.. (2005) Caracterización de la aptitud tecnológica de la leche destinada a la elaboración de leche en polvo entera en la cuenca lechera central. Revista Argentina de Lactología N° 23 - 2004-05. Ed. UNL. Santa Fe. 33-49.