

¿CÓMO INCREMENTAR LA PROTEÍNA LÁCTEA? EL CASO DE ARGENTINA.

**Incremento de la concentración en la leche
de sólidos útiles y de compuestos químicos con
propiedades terapéuticas y/o sensoriales
a través de estrategias de alimentación,
de manejo y de la genética***

CARLOS LUIS BERRA

*Ingeniería en Tecnología de Alimentos.
Postgrado sobre Microbiología Lactológica.
Director Escuela Superior Integral de Lechería, Argentina.
Coordinador de la Comisión de Investigación y
Capacitación en Tecnología de FEPALE
E-mail: berra@esil.org.ar
Argentina.*

**Tomado y adaptado del proyecto No 520203 del INTA – Argentina*

Responsable del Proyecto: Ing. Miguel Taverna
*INTA Rafaela (2300) - Argentina
mtaverna@rafaela.inta.gov.ar*

Investigadores:

*Miguel Taverna, Alejandro Castillo,
Miriam Gallardo, Eduardo Comerón,
Luis Romero, Gerardo Gagliostro.
– Investigadores INTA, Argentina, 2005*

Introducción

Argentina destina un 80% de la leche a la elaboración de quesos y leche en polvo, productos que participan en más del 90% de las exportaciones. La aptitud tecnológica de una leche para producir estos lácteos está definida por la concentración y la calidad de las fracciones proteicas y grasa. En este sentido, el diagnóstico para el inicio de esta investigación fue:



- a) Baja concentración de materia grasa y de proteína,
- b) Marcadas variaciones estacionales,
- c) Marcadas diferencias entre fincas, aun dentro de una misma zona,
- d) La cadena láctea argentina no cuenta con información que posibilite incrementar el valor de los productos lácteos a partir de una diferenciación producida en la materia prima.

Los objetivos generales de esta investigación fueron:

- a) Mejorar la aptitud tecnológica de la leche producida en Argentina a través de estrategias de manejo y de la genética y,
- b) Identificar compuestos químicos diferenciables en la leche asociados a las particularidades del sistema de producción de leche argentina.

Los principales productos y resultados fueron:

- a) La información generada fue utilizada como base para la elaboración de Documentos de Política Sectorial (Leche de Referencia) por el Foro Nacional de Lechería (Propuesta para Mejorar la Competitividad de la Lechería Argentina, junio 2005),
- b) La base de datos generada constituye una referencia para analizar la evolución de la composición química de la leche en Argentina. Se puso en evidencia, a nivel de toda la cadena, la importancia técnica y económica de la concentración de sólidos en la leche. Los resultados permitieron demostrar que un adecuado manejo alimenticio y mejor adecuación del ambiente en el que se encuentran los animales, especialmente durante el período de verano, mejoran la producción de leche y la concentración de sólidos útiles (grasa y proteína).
- c) Se demostró que, bajo ciertas pautas de manejo, es factible mejorar la composición química de la leche y la eficiencia del sistema con biotipos lecheros diferente al tradicional (Holando Argentino). Esto se traduciría en mejoras en los resultados técnicos y económicos del sistema.

Por último, la información generada permitió mostrar la posibilidad de diferenciación de la leche argentina a través de atributos valorados por el mercado (leche con propiedades nutricionales y funcionales).

Estas características son introducidas por el consumo de pasturas de calidad y pueden ser amplificadas por complementos dietarios. Se mencionan algunos cambios existentes en el Sector sobre los cuales el proyecto tuvo algún nivel de aporte. Existió un incremento de la concentración de sólidos en la leche producida en Argentina.

Los promedios de la década de los '90 fueron: 3,5 y 3,1% y los del 2004-2005: 3,65 y 3,25%, para MG y Pr, respectivamente. Si estas diferencias se valorizan a través de los Kg de quesos marginales/año, la misma se traduce en +9700 tn de queso/año ó +24 millones/U\$\$/año. Un gran número de empresas lácteas incorporaron o modificaron el sistema de calificación y pago de la leche, incluyendo la valorización de la materia grasa y de la proteína. Se encuentra en estudio un nuevo sistema de laboratorios de análisis de leche para el pago que permitirían afianzar y el sistema. Se visualiza un incremento en el uso de toros, semen o animales que responden a biotipos lecheros diferentes al Holando Argentino.

Resultados

Se generó una base de datos conformada por el 70% leche nacional, dividida por cuencas lecheras, con las variables concentración mensual de materia grasa (MG) y proteína (Pr) en la leche y con series desde el año 1995 al 2005. Esta información puede considerarse inédita a nivel país.

Cuadro 1.

Composición química de la leche en fincas en 2005
(expresados en g/100ml)

Variable	n	Media (%)	D.E. (%)	Var(n-1)	Mín (%)	Máx (%)
Materia grasa	648	3,69	0,11	0,17	2,15	5,91
Proteína	651	3,33	0,18	0,03	2,92	4,23
Lactosa	651	4,87	0,13	0,02	4,30	5,21
Sólidos no grasos	651	8,93	0,27	0,07	7,86	9,90
Sólidos Totales	648	12,53	0,56	0,31	11,04	14,97
Urea	651	0,03	0,01	1,1E-04	1,0E-03	0,08
Citrato	633	0,11	0,01	2,2E-04	0,01	0,18
Caseína	472	2,52	0,00	0,01	2,21	2,00

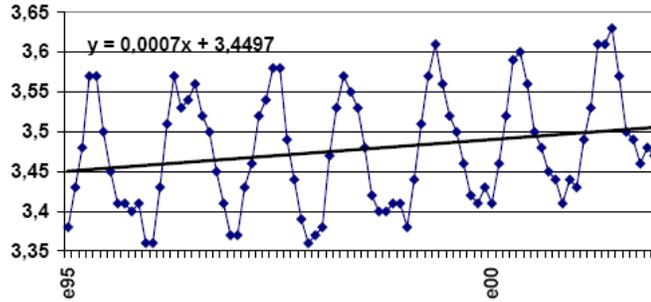
Cuadro 2.

Composición mineral de la leche en fincas en 2005
(expresados en g/100ml)

Variable	n	Media (%)	D.E. (%)	Var(n-1)	Mín (%)	Máx (%)
P	150	102,20	11,06	122,25	60,00	120,00
Ca	153	116,71	16,09	205,31	90,00	192,00
Mg	153	10,33	2,14	4,53	3,00	10,00
Na	146	50,23	0,02	77,75	26,00	60,00
K	153	140,35	10,90	118,73	114,00	178,00
Cl	159	135,10	10,79	116,47	108,40	159,01

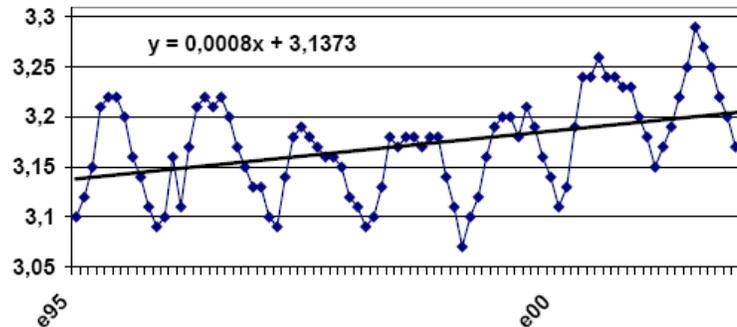
Se elaboró un Modelo predictivo del comportamiento de las variables en la leche argentina. Ambas series ajustaron a un mismo modelo. Éste afectó la MG con un factor estacional negativo desde agosto a febrero y con un factor positivo a los restantes meses.

Figura 1.
Evolución de la concentración de materia grasa surgida del modelo predictivo.



En el caso de la Pr, el factor estacional negativo se aplicó desde noviembre a marzo y el positivo en el período restante. Los modelos no incluyeron a la tendencia como una componente, posiblemente por la marcada variabilidad estacional existente.

Figura 2.
Evolución de la concentración de proteína surgida del modelo predictivo



A nivel de leche de la finca, el manejo alimenticio, asociado a la estación del año, fueron los factores jerarquizados en discriminar las fincas según su concentración de sólidos útiles. Hatos alimentados por debajo de sus requerimientos, mostraron una menor producción individual (l/vaca) con un bajo contenido de sólidos útiles. Un ajuste en cantidad y calidad se tradujo en un incremento de la producción de leche y de los % de MG y Pr. Existió una marcada caída de la concentración de estos componentes durante el período de verano y un aumento en el invierno.

La conformación racial del hato apareció como un factor menos relevante. Los hatos conformados por vacas Jersey presentaron leches con mayor concentración de sólidos. No se observaron marcadas diferencias entre hato Holando y hatos mixtos (Holando + Cruzas + Jersey).

Con respecto a la caracterización de compuestos diferenciales a nivel de leche de hatos, los resultados fueron muy alentadores. Se puso en evidencia que el perfil de ácidos grasos (AG) de la leche varía según el tipo de alimentación (el nivel de participación de la pastura en la dieta fue determinante), la estación del año y el manejo general de la finca.

Cuadro 3.

Composición de ácidos grasos promedio de las fincas evaluadas

Variable	Media	D.E.	CV	Rango de variación	
C4	3,68	0,56	15,30	2,44	5,30
C6	2,24	0,36	16,22	1,34	3,54
C8	1,29	0,27	20,58	0,58	2,26
C10	2,66	0,64	23,88	1,02	4,77
C10:1	0,27	0,07	26,29	0,07	0,50
C12	2,97	0,71	23,93	1,16	5,23
C14	9,82	1,37	13,96	5,07	13,62
C14:1	0,81	0,19	23,61	0,22	1,31
C15	1,19	0,15	12,68	0,88	1,53
C16	26,31	1,67	6,33	22,59	31,40
C16:1	1,44	0,18	12,20	0,88	1,91
C17	0,70	0,10	13,64	0,41	0,91
C18	10,92	1,79	16,36	6,77	16,92
C18:1 t	3,19	0,82	25,75	1,46	6,24
C18:1 c	19,26	2,28	11,83	14,13	25,93
C18:2 t	0,20	0,05	22,63	0,11	0,40
C18:2 c	2,01	0,52	25,89	1,04	3,88
C18:3 n3	0,75	0,27	36,01	0,23	1,46
CLA	0,90	0,32	35,16	0,24	1,70
C22 + 20:3 n6	0,09	0,04	40,79	0,01	0,17
C20:4 n6	0,16	0,09	55,06	0,06	0,55
C20:5 n3	0,11	0,05	51,39	0,03	0,32
C 24	0,06	0,03	54,68	0,02	0,21
C22:5 n3	0,10	0,04	34,15	0,03	0,21

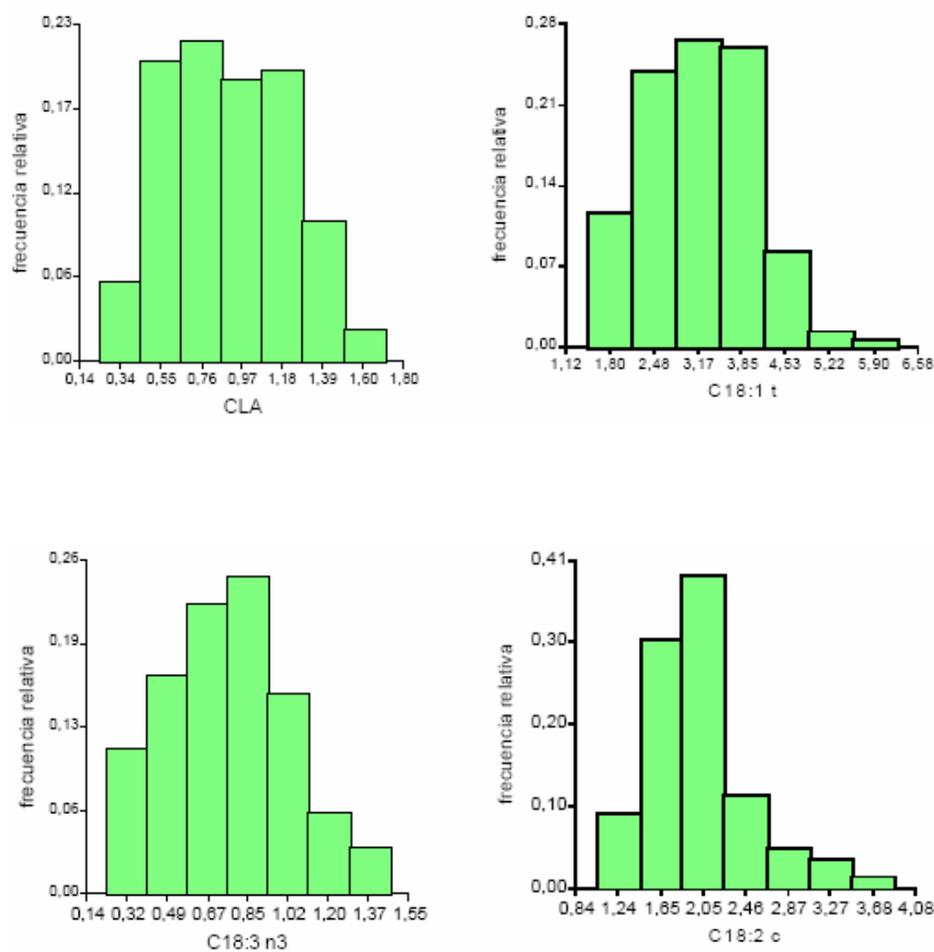
La concentración de AG “más saludables” (AG Polinsaturados, ALC) fue mayor en fincas donde la participación de la pastura era mayor, situación que se produce amplifica durante el período primavera-verano. Los niveles basales de ALC, omega 3 y poliinsaturados totales en la leche argentina se ubican en los niveles más altos a nivel mundial.

Cuadro 4.

Valores promedios en grupos de ácidos grasos de las fincas evaluadas

Variable	Media	D.E.	CV	Min	Máx
Omega3	0,95	0,34	35,59	0,04	1,80
Omega6	2,36	0,55	23,32	1,27	4,30
Rel omega6 vs 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

Figura 3.
 Rango de variación de: (A) CLA. (B) ácido trans – vaccénico. (C) ácido linoléico
 (E) ácido linoleico, en leche en fincas de Argentina



Con respecto a la concentración de vitaminas (alfatocoferol, gamatocoferol, betacaroteno), los mismos se encuentran en niveles iguales o superiores a los encontrados en otros países. En este caso se observó una alta variabilidad y en algunos casos, marcados cambios estacionales. Los niveles de oxidación lipolítica (TBA), los valores fueron más altos durante el período primavera-verano. Estos resultados resultan de mucha importancia para iniciar procesos y/o protocolos de diferenciación de leche y productos a través de particularidades de la materia prima.

La utilización de aditivos (antiácidos, antibióticos y levaduras) en una dieta basada en pastura de alfalfa en un estado temprano de desarrollo, no modificaron significativamente ni la producción ni la composición química de la leche producida. En el mismo sentido, evaluaciones posteriores comparando dietas balanceadas versus

no balanceadas en lactancias completas, no mostraron diferencias significativas ni en la concentración ni en la cantidad de MG y Pr. La transformación en quesos de pasta dura de la leche de estos tratamientos evidenció diferencias en calidad (físico-química y organoléptica), sin diferencias en rendimiento (kg de quesos/l leche).

La comparación de dos niveles de proteína pre-parto y dos niveles de proteína degradable en el rumen en el post-parto, demostró que los contenidos de MG y Pr sólo fueron afectados por el tipo de dieta post-parto. Las menores concentraciones de ambos sólidos se produjeron con las dietas: mayor proteína pre-parto y alta degradabilidad proteica post-parto.

Se demostró que la pastura de alfalfa no pudo cubrir los requerimientos en fibra efectiva necesario para mantener una adecuada concentración de MG en la leche. Además, las vacas pastoreando esta especie presentaron altas concentraciones de compuestos intermedios de la biohidrogenación ruminal responsables de la inhibición de la síntesis de novo de grasa en la glándula mamaria.

Si bien estos resultados constituyen un importante aporte hacia una mejor interpretación de la compleja relación entre el efecto de una dieta pastoril sobre la composición química de la leche, es necesario seguir profundizando estos estudios.

Existieron fuertes hipótesis en muchos de los ensayos que no fueron verificados a través de los resultados obtenidos (por ejemplo, el efecto de aditivos, efecto de balance de dieta).

La utilización de aspersores para lograr un efecto de refrigeración (enfriamiento evaporativo) provocó en período cálido (verano) y comparativamente con un testigo, aumentos significativos en la producción de leche, concentración de MG y Pr, disminución de la temperatura rectal y del ritmo respiratorio, aspectos que evidencian un mayor bienestar animal. Estos resultados se potenciaron cuando las dietas fueron formuladas especialmente para períodos cálidos (oferta de pastura y relación forraje/concentrado). La refrigeración y dietas adecuadas sirvieron para obtener efectos beneficiosos sobre parámetros productivos y estatus fisiológicos de los animales. No pudieron ponerse en evidencia diferencias de adaptación entre vacas Holando, cruza (Holando x Jersey) y Jersey durante el período de verano.

La transferencia de estos resultados deberían producir un impacto significativo sobre la problemática general del período de verano en el país y, particularmente, como estrategia para minimizar la caída de MG y Pr durante esta estación.

Comparaciones efectuados entre vacas Holando y Jersey, en el primer tercio de la lactancia y ante similar oferta alimenticia, mostraron que las Holando compensaron la menor concentración de sólidos útiles con un mayor volumen de leche.

Cuadro 5.

Producción, composición y recuento de células somáticas de la leche según raza y sistema de alimentación.

Variables	Raza		Sistema de alimentación	
	Jersey	Holando	Pastoril	A corral
Producción de leche (l/v/d)	15.62 a	22.48 b	17.95	20.15
Grasa butirosa (%)	5.44 a	3.63 b	4.24 x	4.83 y
Proteína bruta (%)	3.93 a	3.18 b	3.49	3.62
Rend. GB (kg/v/d)	0.835	0.804	0.725 x	0.914 y
Rend. PB (kg/v/d)	0.607	0.698	0.608	0.697
Proteína verdadera (%)	3.79 a	3.00 b	3.32	3.47
Caseína (%)	3.10 a	2.46 b	2.72	2.84
Lactosa (%)	5.06	5.06	5.03	5.09
Sólidos no grasos (%)	9.84 a	8.97 b	9.30	9.51
Sólidos totales (%)	15.29 a	12.56 b	13.52 x	14.33 y
Urea (g/100 ml)	0.0318 a	0.0394 b	0.0388 a	0.0324 b
Potasio (%)	0.127 x	0.137 y	0.131	0.133
Sodio (%)	0.039	0.041	0.041	0.039
Calcio (%)	0.138 a	0.112 b	0.126	0.123
Magnesio (ppm)	103.6 a	90.5 b	96.8	97.3
Fósforo (%)	0.111 a	0.090 b	0.099	0.102
Cloro (%)	0.095 x	0.109 y	0.106	0.097
Células somáticas/ml (x 1000)	127 x	85 y	94	108

Valores por factor seguidos por distintas letras difieren significativamente al 1% (a. b) o al 5% (x. y)

Cuando estas razas fueron sometidas a dos sistemas de alimentación (pastoril vs. silo y concentrado) se demostró que ambas razas reaccionaron al tipo de dieta de manera similar, aunque el consumo por unidad de peso vivo de las Jersey fue algo superior.

Los resultados productivos mostraron que la Jersey resultó más eficiente que la Holando en condiciones de alimentación pastoril. La Holando fue más eficiente en la conversión de alimento en leche pero la Jersey la superó en conversión de alimento en MG y Pr.

Cuadro 6.

Resultados productivos y de eficiencia de conversión de la interacción sistema de alimentación y raza entre Jersey y Holstein (Holando)

Variables	Sistema pastoril		Sistema a corral	
	Jersey	Holando	Jersey	Holando
Producción de leche (l/v/d)	14.89	21.00	16.35	23.96
GB (%)	5.16	3.32	5.72	3.93
PB (%)	3.81	3.17	4.05	3.20
Producción s/carga*	1.4	1.0	1.2	1.0
• Litros de leche/día	20.85	21.00	19.62	23.96
• kg de grasa butirosa/día	1.065	0.690	1.092	0.919
• kg de proteína bruta/día	0.791	0.652	0.779	0.745
Eficiencias de conversión (**):				
- Leche/consumo (l/kgMS)	1.04	1.16	1.10	1.27
- GB/consumo (g/kgMS)	53.2	38.1	61.4	48.6
- PB/consumo (g/kgMS)	39.5	36.0	43.8	39.4

(*) proporción de animales de las razas consideradas para cada sistema de alimentación tomando a la Holando como valor relativo 1.

Cuadro 9.

Parámetros económicos más destacados de la comparación efectuada sobre tres fincas con diferentes tipos de animales (valores 2003)

Parámetros económicos	Tambo modal Holando	Cruza H x J	Jersey
<i>Precio de leche (cv/litro)</i>	39.8	44.1	49.3
<i>Ingresos brutos (\$/año)</i>	334.600	357.600	372.800
<i>Gastos en \$/año (cv/litro) :</i>			
Alimentación (P-F-C)	80.090	80.510	80.720
Mano de obra	47.700	50.900	53.450
Otros	104.730	111.370	111.320
<i>Costo (centavos/litro) :</i>			
Corto plazo	29.1	32.6	34.0
Mediano plazo	30.6	33.2	35.7
<i>Ingreso neto :</i>			
\$/año	89.560	102.300	114.790
\$/ha/año	755	860	965

El nivel basal de ALC obtenido en leche de vacas pastoreando verdeo de invierno se ubicó dentro del rango citado por la bibliografía. La concentración AG saludables fue exitosamente amplificada mediante el uso de sales de calcio de AG insaturados (ALC,+58%) en la alimentación de las vacas. Se confirmó que una máxima participación de la pastura en la dieta incrementa la concentración de ALC en la leche.

Estos valores basales altos pueden aún incrementarse (+70%) mediante el uso de sus precursores en el concentrado. El reemplazo parcial de energía fermentable por energía inerte en el rumen (semilla de algodón) contribuyó a obtener una leche de mayor calidad dietética con propiedades benéficas para la salud, disminuyendo la concentración de AG saturados de cadena media, incremento de AG moinsaturados, disminución de la relación AG saturados/insaturados y logrando valores altos de ALC. Se puso en evidencia que la composición de AG se modifica según la calidad de pastura cosechada por las vacas.

La utilización de aditivos tendientes a modificar el ambiente ruminal generado por alfalfa fresca no modificaron el perfil de AG en leche. Se observaron marcadas diferencias entre vacas en la concentración de ALC (+200), independientemente de los tratamientos. Se encontraron diferencias en la concentración de vitaminas a favor de vacas alimentadas con pasturas.

Estos resultados generales van en el mismo sentido que los informados a nivel de leche en los hatos. Se abren posibilidades concretas, con sustento científico, que posibilitarían diferencias leche y productos lácteos por los efectos saludables que transmite a la leche el consumo de calidad, como es el caso casi generalizado de la lechería argentina.

Resulta extremadamente dificultoso y arriesgado atribuir impactos a una sola actividad, en este caso al proyecto. Aún así, se mencionan algunos cambios existentes que responden a los objetivos del mismo y que, seguramente, el proyecto tuvo algún nivel de aporte.

- √ Existió un incremento de la concentración de sólidos en la leche producida en Argentina. Los promedios de la década de los '90s fueron: 3,5 y 3,1% y los del 2004-2005: 3,65 y 3,25%, para MG y Pr, respectivamente. Si estas diferencias se valorizan a través de los Kg de quesos marginales/año, la misma se traduce en +9700 tn de queso/año o +24 millones/U\$/año.
- √ En los últimos años, un gran número de empresas lácteas incorporaron o modificaron el sistema de calificación y pago de la leche, incluyendo la valorización de la materia grasa y de la proteína. Se encuentra en estudio un nuevo sistema de laboratorios de análisis de leche para el pago que permitirían afianzar y el sistema.
- √ Existen nuevos proyectos tendientes a estudiar, sobre ciertos productos lácteos, el efecto de la industrialización sobre las propiedades diferenciales existentes o generadas en la materia prima.
- √ Existen emprendimientos privados dedicados a diferenciar productos lácteos a través de ciertos atributos saludables de la materia prima producida en condiciones de pastoreo.
- √ Importante incremento en el uso de toros, semen o animales que responden a biotipos lecheros diferentes al Holando Argentino.