

Diferenciación de la grasa butirosa y valoración de su imagen ante el consumidor.

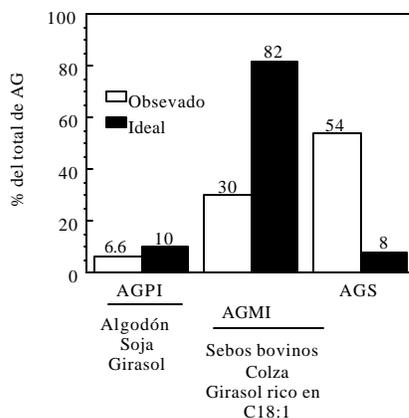
Ing. Agr. Gagliostro Gerardo A.
INTA EEA Balcarce.
Area de Producción Animal.

E-mail : ggagliostro@balcarce.inta.gov.ar

I. Hacia una composición ideal en ácidos grasos.

La posibilidad de modificar la composición de la grasa butirosa (**GB**) mediante la suplementación estratégica de la vaca y una alimentación base pastoril puede constituir una valiosa herramienta de diferenciación y valorización de la leche y sus derivados. La materia grasa constituye un componente importante en la dieta del ser humano y en el caso particular de la GB puede representar hasta un 75% del consumo total de grasa de origen bovino (Chilliard et al., 2000). Los productos lácteos aportan de un 15 a un 25 % del consumo total de grasa en el ser humano y representan de un 25 a un 35% del consumo total de grasa saturada (Chilliard et al. 2000). Un menor consumo de grasa saturada es aconsejable a fines de reducir los riesgos de aparición de patologías cardiovasculares. La composición promedio de la grasa butirosa no puede ser considerada como “dietéticamente ideal” desde el punto de vista de los ácidos grasos que la integran. La Figura 1 nos muestra una composición “ideal” en ácidos grasos (Grumer, 1991) respecto a la observada en Argentina (Maritano y otros, 1986).

Figura 1. Composición de la grasa butirosa en ácidos grasos juzgada como ideal y composición observada en la Argentina. AGPI = ácidos grasos (AG) poliinsaturados. AGMI = AG monoinsaturados. AGS = AG saturados.



Se destaca un exceso en ácidos grasos saturados (AGS) denominados láurico (C_{12}), mirístico (C_{14}) y palmítico (C_{16}). Una GB ideal debería contener tan sólo un 8% de AGS siendo el nivel promedio observado en leche de 54 %. Puede observarse un déficit en ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI) que son juzgados como más adecuados en nutrición humana. La concentración ideal de AGMI y de AGPI sería de 82 % y 10% respectivamente respecto a lo realmente observado de 30% y 6,6%. Un relevamiento reciente efectuado en tambos de la EEA Rafaela del INTA confirma la alta relación existente entre los AG saturados e insaturados y la baja concentración de AGPI (Cuadro 1).

Cuadro 1. Caracterización del perfil de ácidos grasos en leche de tambos de la EEA Rafaela del INTA.

Perfil AG, %	Tambos EEA Rafaela
Cadena corta (C ₄ -C ₁₀)	9,55
Cadena media- larga (C ₁₂ -C ₁₈)	51,2
AGMI (C _{14:1} - C _{18:1})	27,95
AGPI (C _{18:2} -C _{20:4})	4,12
Relación saturados/ insaturados	61/32

Fuente : Páez y otros, no publicado.

II. Los ácidos linoleicos conjugados (CLA) : buenas noticias para valorizar la grasa butirosa.

Dentro de los ácidos grasos juzgados como “mejoradores” de la calidad dietética de la GB existe una familia especial denominada “**linoleicos conjugados**” o “**CLA**”. Representan una mezcla de isómeros del ácido linoleico (C_{18:2}) que resultan predominantemente consumidos en los productos lácteos con potenciales propiedades benéficas sobre la salud : prevención del cáncer, atenuación de la aterosclerosis y de las reacciones inmunitarias alérgicas, disminución de la peroxidación de lípidos, prevención de la obesidad, efectos antidiabéticos (diabetes tipo II) y mejoras en la mineralización ósea (Parodi, 1999; Chilliard y otros, 2000, Bauman y otros, 2000a). Un trabajo reciente demostró la posibilidad de obtener una manteca altamente enriquecida en CLA a través de la suplementación de la vaca con aceite de girasol. Los estudios biomédicos demostraron que tanto la incidencia como el número de tumores mamarios fueron reducidos en un 50 % en los animales experimentales (en este caso ratas) alimentados con la manteca enriquecida en CLA (Bauman y otros, 2000b). Por los motivos expuestos, se consideró importante avanzar en el conocimiento de los valores basales de CLA en la leche producida en nuestros sistemas pastoriles y estudiar la posibilidad de incrementarlos a través de la suplementación estratégica de la vaca. La comparación entre los niveles basales de CLA observados en los tambos del INTA de Rafaela (sistema pastoril) versus los registrados en tambos de la Universidad de Illinois (sistema no pastoril) sugieren una importante diferencia en calidad dietética a favor del producto argentino (Cuadro 2).

Cuadro 2. Perfil de ácidos grasos en leche de tambos de la Universidad de Illinois vs. los tambos del INTA Rafaela.

Perfil AG %	Rafaela	Univ. de Illinois
Cadena corta (C ₄ -C ₁₀)	9,55	10,86
Cadena media- larga (C ₁₂ -C ₁₈)	51,2	52,86
AGMI (C _{14:1} - C _{18:1})	27,95	26,1
AGPI (C _{18:2} -C _{20:4})	4,12	4,04
CLA	1,22	0,43
Relación saturados/ insaturados	61/32	64/30

Fuente : Páez y otros, no publicado.

Puede observarse que los niveles basales de CLA registrados en alimentación a base de pasturas (INTA Rafaela) resultó **2,84 veces superior** a la obtenida en alimentación no pastoril (Universidad de Illinois).

III. Pastoreo vs alimentación no pastoril.

Los resultados del Cuadro 2 y otros trabajos realizados por el INTA confirman que una alimentación base pastoril es altamente favorable a la obtención de una leche “alto CLA”. Se comparó el perfil de ácidos grasos en la leche y el contenido de CLA cuando las vacas fueron alimentadas en condiciones no pastoriles (a corral) versus alimentación base pastoril. En uno de los trabajos realizados se analizó además el efecto raza (Holando vs Jersey, Páez y otros, 2002) mientras que en el otro trabajo se estudió el aporte de ácidos grasos insaturados en el suplemento (Schroeder et al., 2003). En el experimento de Páez y otros (2002) se comparó el perfil de AG en la leche de vacas Holando Argentino y Jersey alimentadas con pasturas de alfalfa (*Sistema Pastoril*) o bien *a corral* (51% de henolaje de alfalfa, 39% de silaje de maíz y 10% de semilla de algodón base materia seca). Los animales a corral recibieron además 3,16 kg de MS de un balanceado comercial durante el ordeño. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Composición en ácidos grasos (AG) de la leche de vacas Holando y Jersey en dos sistemas de alimentación.

Perfil de AG, %	Sistema pastoril		Sistema a corral	
	Holando	Jersey	Holando	Jersey
Cadena corta (C _{4:0} a C _{10:0})	2,6	3,3	3,2	3,5
Cadena media-larga (C _{12:0} a C _{18:0})	44,7	50,0	51,3	54,6
Total AG saturados	47,3	53,3	54,5	58,1
AG monoinsaturados (C _{14:1} a C _{18:1})	32,2	31,3	28,4	27,0
AG poliinsaturados (C _{18:2} a C _{22:5})	6,3	5,2	4,4	4,7
Total AG insaturados	38,5	36,5	32,8	31,7
CLA, 9 cis, 11 trans	1,72	1,13	0,78	0,73
Omega 3 (n3)	1,47	1,38	0,85	0,83
Omega 6 (n6)	3,08	2,73	2,81	3,10
Relación n6/n3	2,10	2,03	3,38	3,92

Fuente : Páez y otros, 2002.

En el presente trabajo, la raza Jersey produjo una leche con un 9% más de AG saturados totales y menores valores de AG insaturados totales, CLA y Omega 3. Cabe destacar que los Omega 3 constituyen una familia de AG insaturados esenciales que previenen enfermedades cardíacas, hipercolesterolemia, excesos de presión arterial, artritis y psoriasis. La composición de la GB en las Jersey parece por lo tanto alejarse más de los valores ideales presentados en la Figura 1 respecto a la raza Holando. Este primer trabajo confirma que la leche proveniente de animales en sistema pastoril resulta inferior en cuanto al contenido de AG saturados totales presentando mayores valores de AG insaturados, CLA y Omega 3. Las diferencias entre sistemas de alimentación resultó más neta para la raza Holando que para la Jersey. En ambas razas, la relación n6/n3 obtenida en alimentación pastoril (cercano a 2) se encuentra bien por debajo del límite superior juzgado como saludable para alimentación humana (< 4).

En un segundo trabajo, se utilizaron vacas Holando Argentino en lactancia media y tres tratamientos : T1= ración a base de grano de maíz (18%), silaje de maíz (59%), harina de girasol (22%), urea (0,5%) y una mezcla vitamínico-mineral (0,9%); T2= pastura más concentrado (91% grano de maíz , 5,3% de harina de pescado y 3,7% de mezcla mineral y T3= pastura más concentrado pero reemplazando grano de maíz por 0,8 kg de AG insaturados (precursores de CLA). La pastura utilizada fue un verdeo de avena de calidad (21,8% de MS, 33,2% de fibra (FDN) y 18% de proteína (PB)). Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Producción y composición de leche y perfil de ácidos grasos (AG) en vacas en lactancia media alimentadas con ración completamente mezclada (T1) o con base pastoril y concentrado sin lípidos (T2) o con lípidos insaturados (T3).

	T1	T2	T3
Consumo total de MS, kg/d	23,7	22,1	21,5
Consumo de energía, Mcal ENL/d	34,4	37,6	37,8
Leche, kg/día	20,2	19,2	20,2
Grasa butirosa, %	3,91 ^a	3,45 ^b	2,56 ^c
Proteína, %	3,70 ^a	3,49 ^b	3,41 ^b
Perfil de AG, %			
Cadena corta (C _{4:0} a C _{12:0})	11,9 ^a	10,4 ^b	8,85 ^b
Cadena media (C ₁₄ a C ₁₆)	56,5 ^a	47,6 ^b	41,0 ^c
C _{18:2}	2,17 ^b	2,10 ^b	4,75 ^a
CLA, 9 cis, 11 trans	0,41^c	1,12^b	1,91^a
C _{18:3}	0,07 ^b	0,57 ^a	0,65 ^a
Relación saturados/insaturados	69/29 ^a	64/32 ^b	53/42 ^c

a,b,c : promedios con distinta letra difieren significativamente entre sí ($P < 0,01$).

Fuente : Schroeder et al, 2003.

No hubo diferencias en la producción de leche ni en el consumo de MS total o de energía. La suplementación con AG insaturados produjo una disminución en el contenido de grasa butirosa en el T3 (2,56 %) respecto al T1 (3,91 %). Los animales alimentados con pasto (T2) presentaron menores valores de AG de cadena corta y de cadena media en la GB y un porcentaje mayor de C_{18:3} respecto a los animales bajo ración no pastoril. Los animales a pasto que recibieron AG insaturados (T3) presentaron el menor contenido de AG de cadena corta y de cadena media y los más altos valores de AG de cadena larga. Cabe recordar que una reducción en las concentraciones de AG de cadena media es juzgada como positiva para la salud humana. La relación más baja entre los AG saturados e insaturados fue también observada en el T3. Toda disminución en la relación saturados/insaturados resulta predisponente a una GB más saludable. El contenido más bajo de CLA en leche (isómero cis-9, trans 11) fue observado en los animales sin pastura del T1. La alimentación base pastoril sin lípidos (T2) elevó a 1,12 g/100 g de AG el contenido de CLA lo que representó un 173% de aumento respecto a T1. La alimentación base pastoril con lípidos insaturados (T3) elevó a 1,91 g/100 g de AG el contenido de CLA lo que representó un 366% de aumento respecto a T1. Si comparamos los valores obtenidos en ambos tratamientos con alimentación pastoril (T2 vs T3), el aporte de AG insaturados incrementó en un 71% los valores basales de CLA. Se detectó una importante propiedad adicional : la suplementación con AG insaturados redujo considerablemente la variabilidad en la concentración láctea de CLA. El coeficiente de variación resultó ser de un 35 % en el T2 y de tan sólo un 11 % en el T3.

Puede concluirse que si el objetivo es obtener una leche diferenciada enriquecida en CLA (y también Omega 3) la alimentación de la vaca debe orientarse a una máxima participación de pastura de calidad. Aún en condiciones de alimentación pastoril (T2 y T3) la concentración de CLA en leche puede ser exitosamente amplificada (+71% sobre el valor basal, Cuadro 4) mediante el aumento a nivel ruminal de la biodisponibilidad de C_{18:2} logrado a través de la suplementación de la vaca. Los resultados obtenidos por el INTA de Rafaela en tambos de la Cuenca Lechera Central sugieren que utilizando alfalfa como base forrajera cabe esperar altos valores de CLA a lo largo de todo el año (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores basales de ácido linoleico conjugado (CLA) y perfil de ácidos grasos observado en pasturas base alfalfa en distintos momentos del año.⁽¹⁾

Perfil AG %	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Cadena corta (C ₄ -C ₁₀)	10,56	9,48	10,44	10,22
Cadena media- larga (C ₁₂ -C ₁₈)	51,47	49,79	51,83	50,78
AGMI. (C _{14:1} -C _{18:1})	28,13	30,03	26,93	27,47
C _{18:2}	2,35	2,33	1,41	1,35
CLA	1,23	1,44	1,28	1,38

⁽¹⁾ Alimentación con base forrajera alfalfa con diferentes niveles de participación de la pastura dentro de la dieta. Las muestras se tomaron del tanque de frío de cada tambo y corresponden a una muestra compuesta de cada turno de ordeño. Invierno = agosto 2001, Primavera = noviembre 2001; verano = enero 2002 y otoño = mayo 2002.

Fuente : INTA EEA Rafaela (no publicado).

IV. Incrementando el contenido de C_{18:2} y de CLA en la GB de vacas lecheras en pastoreo (verdeos de avena).

Se utilizaron vacas multíparas Holando Argentino con 116 días en lactancia al comenzar el ensayo las que consumieron un verdeo de avena de alta calidad (MS=20,5%, FDN=33,3%, PB=19,4%, DIVMS=73,2%). Los tratamientos consistieron en el suministro de dos concentrados (isoenergéticos) compuestos por 7 kg/d de maíz molido y 0,4 kg/d de harina de pescado (T0, control) o por 4,8 kg/d de grano de maíz molido, 0,4 kg/d de harina de pescado y 0,9 kg/d de un suplemento lipídico (T1) conteniendo un 30% de C_{18:2}. Los resultados obtenidos se resumen en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Producción y composición de leche y perfil de ácidos grasos (AG) en vacas en alimentación pastoril sin (T0) y con (T1) lípidos insaturados en el concentrado.

	T0	T1
Consumo total de MS, kg/d	23,6	22,4
Consumo de energía, Mcal ENL/d	38,4	38,2
Leche, kg/día	20,4 ^a	22,0 ^b
Grasa butirosa, %	3,08 ^a	2,72 ^b
Proteína, %	3,52	3,45
Proteína, kg/d	0,70 ^a	0,74 ^b
Perfil de AG, %		
Cadena corta (C _{4:0} a C _{10:0})	9,03 ^a	6,51 ^b
Cadena media (C ₁₂ a C ₁₆)	41,3 ^a	33,2 ^b
C _{18:2}	2,01 ^a	4,30 ^b
CLA, 9 cis, 11 trans	1,25^a	1,97^b
C _{18:3}	0,61 ^a	0,75 ^b
Total cadena larga	35,7 ^a	42,4 ^b

a,b : promedios con distinta letra difieren significativamente entre sí ($P < 0,01$).

Fuente : *Gagliostro y otros, 2002.*

La producción de leche y de proteína láctea fueron incrementados por los lípidos. La producción de GB no difirió entre tratamientos (T0=0,61; T1=0,60 kg/d) y la concentración de GB en leche fue reducida por los lípidos. La concentración de AG de cadena larga resultó mayor mientras que la concentración de AG de cadena corta (C₆ a C₁₀) y media (C₁₂ a C₁₆) resultó menor en la GB de las vacas del T1. Se observó un incremento promedio del 58% en el contenido y secreción de CLA en la GB de las vacas suplementadas con AGI-Ca. La secreción

total de AG de cadena corta y media resultó menor en T1 mientras que la producción de AG de cadena larga fue incrementada. La secreción de C_{18:2} (T0= 12,1; T1= 25,2 g/d) y de CLA (T0= 7,3 and T1= 11,5 g/d) fue exitosamente incrementada por la alimentación con lípidos. El nivel basal de CLA obtenido en alimentación con verdes de invierno resultó similar al observado en pasturas base alfalfa (Cuadro 5). El mismo puede considerarse como moderado y dentro del rango de valores extremos observados en el extranjero (0,5 a 2,2%) para vacas en condiciones de alimentación pastoril. La concentración de CLA en leche fue exitosamente amplificadas (+58%) mediante el aumento a nivel ruminal de la biodisponibilidad de G_{48:2} (Gagliostro y otros, 2002). El valor promedio de CLA obtenido en verdeo de avena suplementado con lípidos insaturados (1,97 %) resultó también superior al valor basal registrado en cualquier pastoreo base alfalfa (Cuadro 5).

V. Incrementando el contenido de C_{18:2} y de CLA en la GB de vacas lecheras en pasturas de alfalfa.

En este trabajo se utilizaron vacas multíparas y primíparas que consumieron una pastura de alfalfa en primavera. Los tratamientos consistieron en el suministro de dos concentrados : T1=7 kg/día de grano de maíz y 0,4 kg/día de harina de pescado y T2= 4,8 kg/día de grano de maíz, 0,4 kg/día de harina de pescado y 0,9 kg/día de un suplemento lipídico conteniendo 30% de C_{18:2}.

	Tratamiento			
	Control		Lípidos	
	Mult.	Prim.	Mult.	Prim.
Consumo MSTotal	18,2	19,6	19,2	17,0
Leche, kg/d	26,6	20,4 ^b	25,0	22,2 ^a
Grasa butirosa, %	3,53	3,57	3,22	3,40
Grasa butirosa, kg/d	0,93 ^a	0,72	0,76 ^b	0,73
Proteína, %	3,19 ^b	3,20 ^a	3,30 ^a	3,09
Proteína, kg/d	0,85	0,65	0,81	0,68

^{a, b, c} a, b : promedios con distinta letra difieren significativamente entre sí ($P < 0,05$).

Fuente : *Schroeder, Gagliostro y otros, 2002.*

La producción de leche fue incrementada (9%) en las vacas primíparas suplementadas con lípidos (22,2 kg/día) respecto al grupo testigo (20,4 kg/día). La concentración de GB fue menor en las vacas multíparas que recibieron los lípidos (3,22%) respecto a las testigo (3,53%). Tanto en primíparas como en multíparas, el reemplazo parcial de grano de maíz por los lípidos redujo el contenido de los ácidos grasos de cadena corta (7,8 vs 5,1 %) y de cadena media (38,7 vs 30,4 %) e incrementó el contenido de C_{18:1} (21,4 vs 25,6 %), C_{18:2} (2,8 vs 8,9 %) y C_{18:3} (0,94 vs 1,24 %). El contenido de CLA en leche fue incrementado (+13%) sólo en las vacas multíparas (1,82 vs 2,05 %). Estos valores de CLA resultaron ser los más altos obtenidos en el País.

IV. Consideraciones finales:

Los trabajos presentados confirman la posibilidad de modificar el equilibrio natural de los ácidos grasos de la leche a través de una máxima participación de pastura y la suplementación estratégica de la vaca. La valorización de la grasa butirosa por un alto contenido de CLA es un objetivo ciertamente alcanzable que puede tener alto impacto en un mercado de consumidores sensibles a la calidad dietética de los alimentos. El aporte de lípidos insaturados permite disminuir el contenido en ácidos mirístico (C_{14:0}) y palmítico (C_{16:0}) juzgados como más predisponentes a riesgos cardiovasculares en humanos. La concentración de CLA en leche en nuestros sistemas pastoriles resulta ventajosa en comparación a otros sistemas más intensivos con baja o nula participación de forraje fresco. Sin embargo, la concentración basal de CLA

puede ser exitosamente amplificada mediante el aporte de un suplemento capaz de aumentar a nivel ruminal la biodisponibilidad de C_{18:2}. La información disponible sobre el efecto de la calidad del forraje fresco sobre la composición de la grasa butirosa es aún escasa tanto en el País como en el extranjero. Cabe esperar mayores concentraciones basales de CLA en pastoreos de otoño y de primavera y sobre todo ante el suministro de alimentos con alto contenido de ácido linoleico (semilla de girasol por ejemplo). Estos aspectos, sumados a la característica transitoria o permanente de los aumentos de CLA ante manipulaciones precisas de la dieta, merecen profundizarse experimentalmente a fines de lograr una grasa butirosa altamente diferenciada en cuanto a sus propiedades benéficas para la salud de los consumidores. Debemos progresar también en el conocimiento de la estabilidad y potencial incremento de dichos CLA luego de procesos de transformación de la materia prima para la obtención de derivados (leche pasteurizada, queso crema, yogurt) de modo de agregar valor nutritivo y comercial a los mismos.

V. Referencias

- Bauman DE, BA Corl, LH Baumgard, MJ Griinari. 2000^a. Conjugated linoleic acid (CLA) and the dairy cow. En: Recent advances in animal nutrition. P.C Garnsworthy, J. Wiseman (ed). Nottingham University Press. pp. 221-250.
- Bauman D.E., Barbano D.M., Dwyer D.A. and Griinari J.M. 2000b. Technical Note: Production of butter with enhanced conjugated linoleic acid for use in biomedical studies with animal models. *J. Dairy Sci.*, 83:2422-2425.
- Chilliard Y., Ferlay A., Mansbridge R.M., Doreau M. 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zootech.* 49, 181-205.
- Gagliostro, G.A., Vidaurreta L.I., Schroeder G.F., Rodriguez A. y Gatti P. 2002. Incrementando los valores basales de ácido linoleico conjugado (CLA) en la grasa butirosa de vacas lecheras en condiciones de pastoreo. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 22 (Suplem. 1), 59-60.
- Grummer R.R. 1991. Effect of feed on the composition of milk fat. *J. Dairy Sci.* 74 : 3244.
- Maritano, M. Oxley, R., Fernández A.M. 1986. Composición y variaciones estacionales de leches crudas provenientes de los tambos de la cuenca de Lincoln, Buenos Aires. Publicación CITIL N° 22 INTI.
- Páez, R, García, P., Comerón E.A., Aronna, M.S., Romero, L.A., Taverna, M.A. y Pensel, N. 2002. Perfil de ácidos grasos en leche de vacas Holando Argentino y Jersey sometidas a dos sistemas de alimentación. *Rev. Arg. Prod. Anim* 22 (Suplem. 1), 43-44.
- Schroeder G. F., G. A. Gagliostro, L. I. Vidaurreta, J.J. Courdec, P. Gatti, A. Rodríguez and G. Eyherarvide. 2003. Partial Replacement of Corn Grain with Calcium Salts of Fatty Acid in the Concentrate Fed to Grazing Primiparous and Multiparous Dairy Cows. ASAS-ADSA Annual Meeting, June 22-26, 2003 Phoenix, AZ.
- Schroeder G.F., Delahoy J.E., Vidaurreta I., Bargo F., Gagliostro G.A. and Muller L.D. 2003. Milk fatty acid composition of cows fed a total mixed ration or pasture plus concentrates replacing corn with fat. *J. Dairy Sci.*, 86: 2544 (in press).