

# ALIMENTACIÓN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

Ing. Agr. Miriam Gallardo. 2006. E.E.A. INTA Rafaela.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Leche y derivados](#)

## 1. INTRODUCCIÓN

La nutrición constituye la vía más efectiva y rápida para alterar la composición química de la leche. Desde hace mucho tiempo se conoce que cambiando la relación entre forraje y concentrado de la dieta se puede cambiar la concentración de grasa butirosa en un rango tan amplio como de un 2,0 a un 4,0%. En otros casos, aunque los cambios en la composición de la leche no sean tan evidentes, éstos pueden haber ocurrido significativamente. Por ejemplo, la concentración total de proteína puede permanecer constante pero con alteraciones importantes en la relación entre la caseína (proteína verdadera) y el nitrógeno no-proteico. De la misma manera, pueden suceder cambios sustanciales en la composición de los ácidos grasos sin ningún cambio aparente en el porcentaje total de grasa de la leche.

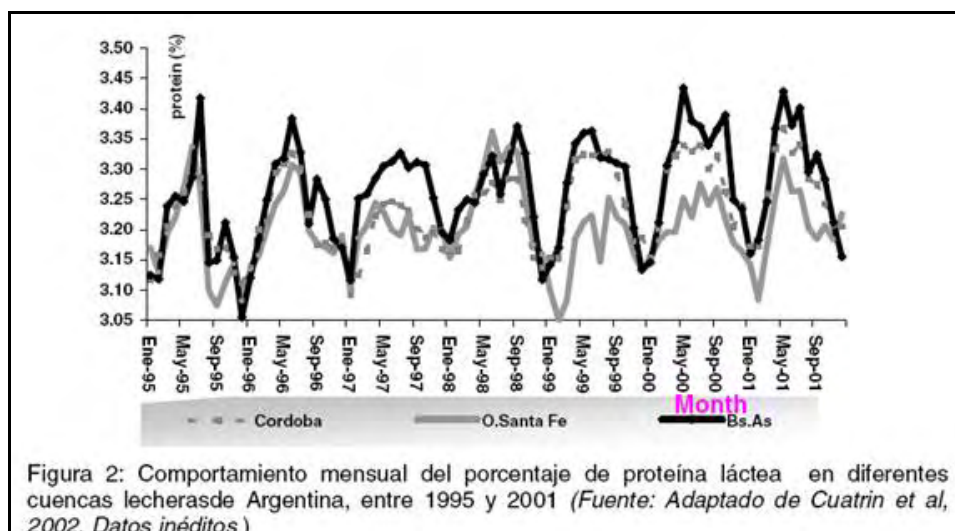
Como con la grasa butirosa, la concentración de proteínas en leche y su composición están influenciadas por numerosos factores, pero la magnitud de los cambios son siempre muy inferiores a los que se observan con aquella. A nivel mundial, y en diferentes sistemas de alimentación, se ha encontrado una baja respuesta de las dietas frente a cambios en la concentración de proteína láctea, lo que bien podría explicarse, al menos en parte, por la baja eficiencia de conversión del nitrógeno dietario en proteínas a nivel de la glándula mamaria, que sería del orden del 25 al 30%.

Todavía falta mucha información sobre los mecanismos metabólicos que regulan la transformación de las proteínas y de los aminoácidos dietarios en proteína láctea y por lo tanto, no es sencillo formular dietas que sean biológicamente eficientes a la vez que económicamente más rentables.

Bajo condiciones de pastoreo, aún en los sistemas más controlados, la manipulación de la composición de leche orientada hacia una mayor concentración de sólido útiles es una tarea muy dificultosa, habida cuenta las innumerables, imponderables y poco estudiadas interacciones que existen entre el animal y el ambiente que lo rodea.

## 2. LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE BAJO CONDICIONES DE PASTOREO

En la cuenca lechera central del país, bajo las condiciones corrientes de alimentación son escasos los momentos del año en que la leche tiene una composición en sólidos acorde con una alta eficiencia de transformación industrial (leche en polvo y quesos, principalmente). En general, estas condiciones se cumplen normalmente y en casi todos los tambos del país, durante el invierno, época en que las dietas son más equilibradas (porque intervienen otros ingredientes además de la pastura) y las condiciones climáticas y ambientales son más favorables para el animal (temperaturas más bajas, escasas precipitaciones, ambiente seco). El resto del año las condiciones suelen ser menos propicias y los problemas se profundizan además con cada cambio de estación ya que normalmente se practican cambios muy bruscos de alimentación.



En la Figura 2 se muestran las variaciones mensuales en proteína láctea, en tres regiones del país. Se puede observar por ejemplo, que los niveles más altos de este sólido se producen casi sistemáticamente durante el invierno (en la figura, crestas) y los más bajos en verano (valles).

Además, en los tambos de la cuenca de Buenos Aires las concentraciones son mayores que en la cuenca central (Santa Fe y Córdoba). Esto puede deberse a que en esos tambos (cuenca de Abasto y Oeste de Buenos Aires) se utiliza proporcionalmente más concentrado y silaje de maíz en las dietas de las vacas.

No obstante, las situaciones más comunes de encontrar en muchos establecimientos del país, con hacienda de tipo Holstein, son:

- ◆ **Elevada concentración de grasa y baja a media concentración de proteínas** (>3,7%GB-<3,2%PB): suele ser frecuente en otoño-invierno, en vacas que reciben escaso nivel de suplementación. Se relaciona con un bajo nivel de producción (efecto concentración de la grasa) y dietas basadas en forrajes de baja calidad (henos/silajes), con altas proporciones en fibra de lenta tasa de digestión e insuficiente aporte de proteínas (principalmente del tipo degradable en rumen) y concentrados energéticos.
- ◆ **Baja grasa y baja proteína.** (<3,20%GB-<3,0%PB): Es típico de la primavera temprana, luego de cambiar bruscamente la alimentación invernal. Sucede en rodeos alimentados básicamente con rebrotes de pasturas muy tiernos, ricos en proteínas muy degradables y con déficit de fibra efectiva (necesaria para la síntesis de grasa ya que es indispensable para una adecuada actividad de rumia y salud ruminal). Estas dietas son deficientes también en nutrientes energéticos de rápida tasa de fermentación (almidones y azúcares solubles). Pero además, el estrés calórico del verano y la sub-alimentación energética de tipo “crónica” que puede ocurrir en cualquier época del año, son también causa de este problema.
- ◆ **Inversión en la relación grasa/proteína.** Se entiende por inversión, cuando la concentración de proteína supera a la de grasa. (e.i. 2,98%GB/3,25%PB) También es típico de pastoreo de alfalfas tiernas de primavera, cuando el animal cosecha una dieta compuesta de abundantes hojas y tallos muy tiernos (perfil superior de la planta) que es alta en proteínas, baja en fibra y deficitaria en energía fermentecible. Esta dieta genera además una excesiva movilización de reservas corporales en el animal. En otros sistemas de alimentación (tipo TMR) es típico de vacas de muy alto nivel de producción (> 30 l/v/d) que reciben una dieta con una relación forraje a concentrado muy baja (<50:50). Asimismo este problema puede observarse en tambos que, aunque administren un buen sistema de alimentación (acorde a los requerimientos del ganado) tienen problemas crónicos de calidad de agua de bebida (e.i. con elevados contenidos en sales totales, con especial referencia a sulfatos).

## 2.1. Las Estrategias de Alimentación Para Mejorar la Composición de la Leche: Estudios Realizados en la E.E.A Rafaela del INTA

En las décadas pasadas las experimentaciones sobre alimentación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa fueron llevadas a cabo principalmente con el objetivo de incrementar la producción de leche (y en consecuencia el rendimiento de sólidos-kg/vaca/día-), prestando escasa atención tanto a la concentración de cada uno, como a la relación entre ellos (grasa : proteína).

En Argentina, la concentración de proteína láctea comienza a ser priorizada recién hacia fines de los años '90, cuando las industrias instituyen un nuevo sistema de pago, que con las variantes del caso en cada empresa se bonifica proporcionalmente más a la proteína que a la grasa butirosa. Estos cambios no fueron aleatorios sino que obedecieron a la creciente tendencia mundial de los consumidores a demandar productos más saludables, con menos grasas.

En la E.E.A Rafaela y con el objetivo arriba mencionado (aumentos de la producción) se realizaron hasta la mitad de los años '90 una diversidad de ensayos sobre los efectos de la suplementación, principalmente otoño-invernal de vacas en lactancia, bajo condiciones de pastoreo de alfalfa. Los trabajos incluyeron las evaluaciones de una serie de alimentos energéticos (granos y subproductos) y diferentes forrajes conservados (henos/silajes). En la Cuadro 1 se resumen los resultados de los principales trabajos.

Cabe mencionar que muchos de estos ensayos de suplementación fueron realizados con vacas en 1er tercio de lactancia, de parición de otoño y en condiciones de pastoreo de alfalfa. En los estudios donde se compararon entre sí diferentes alimentos se trabajó con dietas iso-energéticas e iso-proteicas, pero no fue así en los casos en los que se incorporaba a la dieta pastoril una cantidad determinada de concentrado.

Se aprecia que la suplementación con concentrados energéticos incrementó la producción individual de leche y los rendimientos de grasa y proteínas. Las diferencias fueron altamente significativas cuando la pastura fue ofrecida en cantidades restringidas ya que, en este caso, opera el denominado “efecto adición”.

Con los suplementos energéticos se manifestó una tendencia a disminuir el porcentaje de grasa butirosa y a incrementar el de proteína y por lo tanto a acercar la relación grasa a proteína al valor 1. Estos resultados coinciden en términos generales con los hallados en la bibliografía internacional.

Cuadro 1. Revisión de los efectos de la suplementación de vacas lecheras en condiciones destoreo de alfalfa, sobre la producción y composición química de la leche

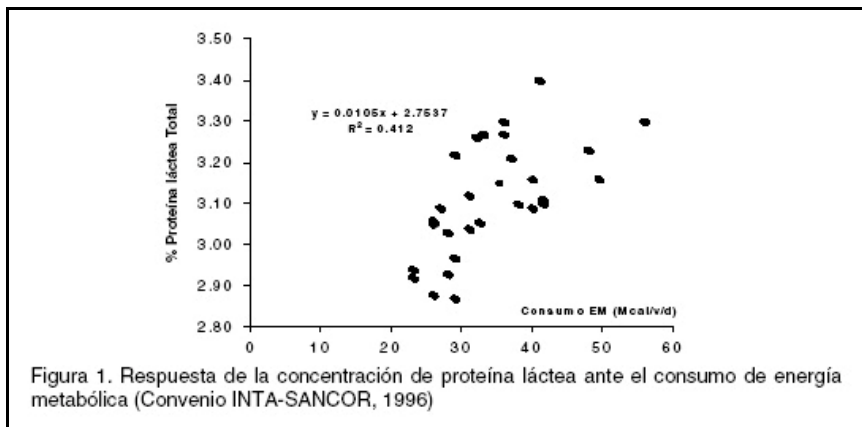
Pastura y/o suplemento evaluado	Asignación y/o tratamiento testigo	L/v/día	GB %	PT %	GB (kg/v/d)	PT (kg/v/d)	Relación GB/PT	Ensayo
Alfalfa sola (vacas lactancia media)	Ad lib	21.5	3.53	3.14	0.759	0.675	1.12	Promedio 6 diferentes ensayos
Alfalfa sola (vacas en lactancia media)	Restringida	14.0	4.20	3.07	0.588	0.430	1.37	Comeron et al, 1995
<b>Respuestas en términos de unidades de cambio de la variable en relación al tratamiento testigo</b>								
Gr. Maíz (4 kg MS/ v/d)	Pastura otoño, restricción media	+5.15	-0.13	+0.04	+0.138	+0.168	-0.06	Castillo et al, 1995
Gr. Maíz (6 kgMS/v/d)	Pastura otoño, restricción media	+6.60	-0.15	+0.02	+0.178	+0.208	-0.06	Castillo et al, 1995
Gr. Maíz+Afr.Trigo (3.5 kg/v/d)	Past. Verano, ad lib	+1.60	+0.09	+0.12 (**)	+0.072	+0.070	-0.04	Valtorta, et al 1996
Gr.Sorgo (5 kg/v/d)	Pastura otoño, ad lib.	+1.90	+0.01	-0.04	+0.064	+0.049	+0.02	Castillo et al, 1995
Afr.Trigo (5 kg/v/d)	Pastura otoño, ad lib.	+2.20	-0.10	+0.08	+0.066	+0.093	-0.06	Castillo et al, 1995
Gr. maíz/sorgo 40% + ( Pastura alfalfa 60%)	Gr. Sorgo 10% + past.alfalfa 90%)	+6.20	-0.05	+0.23 (**)	+0.202	+0.231	-0.09	Convenio INTA-SANCOR, 1995
S.Algodón ( 2,25 kg MS/v/d)	Pastura otoño, ad lib.	+1.50	+0.14	+0.02	+0.114	+0.050	+0.04	Castillo et al, 1995
Concentrado especial (Mix CHO <sup>(*)</sup> +PB) 7kg MS/v/d	G.sorgo/ Afr.Trigo	+2.80	-0.04	+0.05	+0.080	+0.107	-0.02	Gallardo et al, 2001
Concentrado especial (Mix CHO + Azúcl.Solub.) 7kg MS/v/d	Afr.Trigo	+2.70	-0.16	+0.14 (**)	+0.120	+0.120	-0.10	Castillo et al 2002
Concentrado especial (Mix CHO Rápida) 7kg MS/v/d	Afr.Trigo	+2.60	-0.47	+0.11	-0.030	+0.110	-0.19	Castillo et al 2002

Concentrado especial (Mix CHO Lenta) 7kg MS/v/d	Afr.Trigo	+2.30	-0.16	+0.03	+0.100	+0.080	-0.06	Castillo et al 2002
Mix CHO +Grasa by pass- 6kg MS/v/d	Mix CHO s/grasa	+2.40	+0.2	+0.02	+0.117	+0.083	+0.06	Gallardo, et al 2001
Harina Pescado 300 g/v/d	S/ H.Pescado	-0.27	0.00	0.00	-0.010	+0.050	-0.04	Castillo et al 2002
Heno alfalfa (reemplaza ½ pasto)	Pastura ad lib.	-0.90	+0.06	-0.02	-0.012	-0.046	+0.03	Gallardo et al. 1991
Heno Moha (reemplaza ½ pastura)	Pastura ad lib	-3.00	+0.04	+0.01	-0.086	-0.088	+0.01	Gallardo et al. 1995
Silaje pastura (reemplaza ½ pastura)	Pastura ad lib.	-4.00	+0.25	-0.09	-0.093	-0.140	+0.12	Gallardo et al. 1992
Heno/aje alfalfa (reemplaza pastura)	Pastura +(silaje maíz+heno/aje)	-0.90	+0.18	+0.08	+0.012	-0.026	-0.03	Romero et al, 1995
Silaje Maíz (reemplaza ½ pastura)	Pastura ad lib.	-5.40	-0.24	-0.13 (**)	-0.218	-0.190	-0.05	Romero et al 1992
Silaje Maíz (supl. pastoreo avena)	Heno alfalfa (supl. pastoreo avena)	+2.00	-0.02	-0.01	+0.035	+0.061	-0.06	Gallardo et al 1992
Silaje sorgo azucarado	Silaje Maíz	+1.10	-0.13	-0.09 (**)	-0.017	-0.009	-0.005	Romero et al 2002
Ionóforo 1 (lasalocid)	S/ Lasalocid	+0.60	+0.07	-0.01	+0.040	+0.015	+0.026	Gallardo et al 2000
Ionóforo 2 (monensina)	S/ Monensina	+1.05	-0.09	-0.01	+0.010	+0.030	-0.026	Gallardo et al 2001, inédito

<sup>(\*)</sup> Mix CHO= Mezclas de Carbohidratos, principalmente almidones, de diferentes fuentes (e.i. maíz, cebada, trigo, sorgo, etc.);  
 (\*\*): diferencias significativas P<0.05

El incremento en el porcentaje de proteína de estos experimentos fue de escasa magnitud (promedio inferior al 1 % respecto a los testigo) y en la mayoría de los casos, las diferencias positivas no fueron estadísticamente significativas.

Sin embargo, en un estudio de relevamiento realizado en más de 100 tambos de la cuenca lechera del país hace algunos años (Convenio INTA/E.E.A Rafaela-SANCOR CUL, 1996), se encontró una relación directa y significativa (P<0.05) entre el porcentaje de proteína total de la leche y el nivel de energía metabólica (EM) consumida diariamente por el animal. Esta relación indicaba que por cada Mcal de EM consumida diariamente se podría incrementar la proteína en leche en 0,01 unidades porcentuales (Figura 2).



Volviendo nuevamente a la revisión del Cuadro 1, en los ensayos donde se utilizaron forrajes conservados para suplementar la pastura, las respuestas fueron significativamente bajas. Cabe señalar que la mayoría de estos experimentos se utilizaron, *ex profeso*, forrajes conservados similares a los producidos en los tambos de la región, es decir de mediana a baja calidad (digestibilidad < 55%). Evidentemente, el reemplazo de la pastura base alfalfa, que posee en general una buena calidad forrajera, con henos y/o silajes de más bajo valor nutritivo acarrea un efecto perjudicial en términos de productividad y de concentración de sólidos muy significativa.

Se debe considerar además, que con pastura de alfalfa como única fuente de alimentación (parte superior del Cuadro 1, en color gris), los niveles de proteínas son muy bajos, aún con pastura ofrecida *ad libitum*. Es posible que esto se relacione con la baja eficiencia de transformación del nitrógeno de la pastura en proteínas, tanto del tipo microbiana a nivel ruminal, como verdadera (caseína) a nivel de la glándula mamaria. En general, en nuestros sistemas de alimentación se verifica un exceso de nitrógeno amoniacal (NH<sub>3</sub>) a nivel ruminal (> 30mg/dl) y altas concentraciones de N-ureico tanto en plasma como en orina, que se reflejan en una elevada concentración de N-ureico (> 10 mg/dl) en leche, durante gran parte del año. La elevada concentración de GB registrada en el ensayo con pastura restringida (4,20%) se debe al “efecto concentración” de este sólido

## 2.2. Los ensayos en el marco del Proyecto Nacional de lechería de INTA (2001-2004)

Si bien hacia fines de los '90 comienza en la E.E.A Rafaela una línea de trabajo que toma con fuerza la relación entre el “balance de dietas” y la composición de leche, es a partir de 2001 con el PNL que se le otorga al tema un marco de referencia.

Los objetivos de los ensayos planificados fueron los de evaluar diferentes estrategias de manejo nutricional, en vacas bajo condiciones de pastoreo de alfalfa, que posibiliten no sólo incrementar la “concentración de sólidos útiles” (con especial referencia a la fracción proteica) sino también minimizar las variaciones estacionales, estabilizando los niveles a lo largo del año.

Al respecto, en el módulo de alimentación se plantearon tres líneas principales, de acuerdo al diagnóstico de situación:

- 1) Inherente al mejoramiento de la composición de leche en primavera, problemática motivada por el cambio brusco de alimentación hacia prácticamente pasto solo, con el cambio de estación.
- 2) La alimentación de vacas en “transición” a la lactancia y su efecto sobre los parámetros productivos (composición de leche) y reproductivos.
- 3) La problemática derivada del estrés térmico que sufren los animales durante las temporadas estivales.

### 2.2.1. Suplementación de pastura de alfalfa en primavera

En un primer ensayo se trabajó en condiciones de estabulación, en galpón de metabolismo para poder medir y controlar rigurosamente todas las variables. Las vacas, en lactancia avanzada (180 días en lactancia) recibieron diariamente pastura de alfalfa fresca a voluntad, cortada siempre en estado de pre-botón y totalmente libre de malezas.

Los tratamientos planteados contemplaron la suplementación de los animales con diferentes aditivos. Los tratamientos se sustentaron en la hipótesis que estos aditivos al modificar el ambiente ruminal (en permanente estado de acidosis subclínica) podrían también mejorar los patrones de fermentación microbiana y por ende la composición química de la leche. Los resultados se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Manipulación de las fermentaciones ruminales utilizando diferentes aditivos <sup>(1)</sup>  
(Castillo, et al., 2001)

Item	----- ADITIVOS -----				Nivel Prob.
	Control	Antiácido	Ionóforos	Levadura	
<b>Vacas Multiparas</b>					
Consumo MS (kg/d)	18.70	18.70	18.90	18.90	NS
D MO (%) <sup>(2)</sup>	74.96	74.85	74.40	75.66	NS
Leche (kg/d)	16.30	16.90	16.20	16.40	NS
Grasa (%)	3.90	4.01	4.10	4.07	NS
Proteína (%)	3.46	3.43	3.48	3.50	NS
<b>Vacas Fistuladas <sup>(3)</sup></b>					
PH	6.78	6.81	6.89	6.83	NS
NH3-N (mg/dl)	39.30a	36.00a	33.80b	33.80b	0.05
AGV (mmol/L)	138.80a	143.50a	122.50b	140.70a	0.05

<sup>(1)</sup>Los aditivos fueron incorporados con 500 g de grano de maíz como vehículo

<sup>(2)</sup> DMO= Digestibilidad de la materia orgánica;

<sup>(3)</sup> En licor ruminal: NH3-N: nitrógeno amoniacal y AGV: ácidos grasos volátiles. Entre líneas, letras diferentes P<0.05

Los resultados indicaron que ninguno de los aditivos fue capaz de modificar el consumo, la digestibilidad, la producción o la composición de la leche, a pesar de que dos de los tratamientos (ionóforos y levaduras) alteraron la fermentación ruminal. Además, la pastura de alfalfa tal como fue suministrada, tampoco generó un ambiente ruminal de acidosis subclínica como se había hipotetizado. Los valores de grasa y proteína lácteas fueron relativamente altos, debidos en parte al estado de lactancia de las vacas (avanzada), a los volúmenes de leche producidos, que provocó efecto “concentración de ambos sólidos y además por la forma de alimentación (pasto cortado en estabulación. Esta forma de alimentación impidió que los animales ejercieran una selección profunda del bocado, hacia las partes más tiernas, con menos fibra tal como lo hacen en un pastoreo normal.

Si bien se trata de un solo ensayo, es claro que estos aditivos, de utilización corriente en los sistemas de alimentación TMR (base silajes y alta proporción de concentrados) no tienen el mismo grado de efectividad con la pasturas fresca de alfalfa (que posee una reconocida “alta capacidad tampón”).

Además, se advirtió en esta experiencia la baja eficiencia de conversión en leche y en reservas corporales que tendría la pastura de alfalfa fresca (y de excelente calidad), ya que se produjeron solamente 875 g de leche por cada kilogramo de MS de pastura consumida y la condición corporal de las vacas nunca superó el rango de 2.0-2,5 puntos en la escala de 1 a 5.

### 2.2.2.- Efectos de la proteína en la dieta durante el período de “transición” a la lactancia

Sobre el tema “transición” a la lactancia se desarrollaron 2 ensayos de lactancias completas, uno en otoño y el otro en primavera. En el ensayo de otoño se combinaron, en un diseño factorial, 4 tipos diferentes de dietas, evaluando el impacto del nivel de proteína en la dieta pre-parto (D1 y D2) la degradabilidad (PDR) de la proteína de la dieta post-parto (D3 y D4), sobre los parámetros de producción y composición de leche. Los tratamientos (isoenergéticos) planteados fueron:

**T1:** D1 11% PB con D3 19% PB-71%PDR ;

**T2:** D1 11% PB con D4 19% PB-65%PDR

**T3:** D2 14% PB con D3 19% PB-71%PDR ;

**T4:** D2 14% PB con D4 19% PB-65%PDR.

Estas dietas fueron formuladas en base a pastura (en pastoreo) y heno de alfalfa (ambos aportaron el 45% de la MS total) y silaje de maíz (20% de la MS). Los concentrados (35% de la MS) se formularon con base grano de maíz y expeler más descarte de soja y la degradabilidad de la proteína en cada tratamiento se ajustó con harina de pescado (en T2 y T4) y urea (en T1 y T3). Todas las dietas tuvieron un núcleo vitamínico-mineral. Los resultados se muestran en la Cuadro 3.

Cuadro 3. Efectos combinados de la cantidad de proteína en la dieta pre-parto con la calidad (degradabilidad) de la proteína post-parto (Fuente: Conti et al, 2003).

Item	T1= D1+D3	T2= D1+D4	T3= D2+D3	T4=D2+D4
Leche (L/v/día)	29,6	26,9	24,4	27,1
Grasa (Kg/v/día)	0,95	0,99	0,83	0,98
Proteína (Kg/v/d)	0,94 a	0,91b	0,79 a	0,90b
Proteína (%)	3,18a	3,41b	3,24 a	3,33 b
Grasa (%)	3,24a	3,69 b	3,42 a	3,65 b
Urea-N (mg/dl)	13,9	10,6	11,67	14,8

Dentro de una fila, letras distintas entre tratamientos,  $P < 0.01$

No hubo interacción entre dietas pre y post-parto para los porcentajes de grasa y proteína de la leche. Las menores concentraciones de ambos sólidos se produjeron con la dieta post-parto de más alta degradabilidad proteica o sea, las combinadas con D3. Este resultado se relacionaría a la baja eficiencia del uso del nitrógeno dietario, como ya se comentara.

Las respuestas en producción de leche en cambio, fueron el resultado de la interacción entre ambos factores (pre y post-parto). Por ejemplo, en el tratamiento T3, producto de la combinación entre dieta pre-parto de mayor %PB (D2) y dieta post-parto de alta PDR (D3), la producción de leche se redujo en 5 l/v/d y el rendimiento de proteína láctea en 120 g/v/d.

En los tratamientos en que la combinación incluía las dietas post-parto de baja PDR (D4), las respuestas no fueron sensibles al nivel de PB de la dieta pre-parto y podrían ser las más adecuadas para lograr los mayores beneficios.

Esto implicaría que, por ejemplo, si por alguna circunstancia se prevé disponer de una dieta post-parto del tipo de la D3 (con alta PDR), ésta debería ser combinada con una ración pre-parto del tipo de la D1 (con menor %PB), ya que si se combina con un alto % PB (D2), los resultados podrían ser poco alentadores.

### 2.2.3. Ensayo con dietas balanceadas durante lactancia temprana y media

En la primavera de 2002 se planteó un ensayo para evaluar un sistema de alimentación en base a dietas "balanceadas", desde el post-parto hasta los 150 días de lactancia. Se utilizaron tanto vacas multíparas ( $n = 30$ ) como primíparas ( $n = 34$ ), todas de parición de fines de invierno (julio-agosto).

Para el tratamiento Control se imitó en cada período (transición invierno-primaveral y la primavera) el manejo tradicional de un tambo representativo de la región, de buen nivel de producción. En el otro tratamiento (Balanceado) las dietas se formularon combinando diferentes ingredientes, de acuerdo al modelo teórico de la Universidad de Cornell, el NCPS (Net Carbohydrate and Protein System), que es ampliamente utilizado para este fin en casi todos los centros de investigación del mundo.

La dieta Control se formuló para el otoño-invierno con: pastura de alfalfa, heno de alfalfa, silaje de maíz y afrechillo de trigo (5 kg MS/v/d) La dieta balanceada del otoño-invierno contenía los mismos ingredientes forrajeros de la dieta control, pero en diferentes proporciones y forma de suministro. Los concentrados (mezcla de grano de maíz, grano de trigo, harina de pescado, sojilla, y el agregado de un mix vitamínico-mineral con antiácido y monensina sódica) fueron preparados junto al silaje de maíz y al heno de alfalfa en una dieta parcialmente mezclada (con mixer). La mezcla (14 kg/MS/v/d) la recibieron por mitades luego de cada turno de ordeño y antes del ingreso a la pastura.

En primavera se incrementó significativamente la asignación de pastura, en el tratamiento Control solo se utilizaron la pastura (ad lib) y el afrechillo de trigo (3 kg MS /v/d). Para el tratamiento balanceado se eliminó el silaje (pero no el heno, que se ofreció en portarollos, *ad libitum*), la harina de pescado y la sojilla. El resto de los concentrados se suministraron con heno picado ( $< 1.5$  kg/v/d) como vehículo. La secuencia de alimentación fue igual al otoño.

Cabe señalar que ambos sistemas de alimentación continuaron evaluándose con las variantes del caso durante el verano.

Los resultados para las vacas multíparas se muestran en la Cuadro 4.

Para el caso de vacas MULTÍPARAS, las diferencias en producción de leche entre tratamientos (de casi 2 l/v/d) fueron poco significativas (al 10%). Las concentraciones de grasa y proteínas lácteas fueron similares en ambos sistemas de alimentación, con porcentajes de proteína sustancialmente bajos, no lográndose mejorar el nivel con una dieta, en teoría, mejor balanceada. Sin embargo, los niveles de urea en leche fueron significativamente más bajos en el tratamiento Balanceado, lo que sugiere que este tratamiento pudo haber tenido una mayor proporción de caseína (proteína verdadera).



Cuadro 4. Efectos del suministro de una dieta balanceada (sistema NCPS) durante lactancia temprana y media sobre la producción y composición de la leche ( Gallardo, et al, 2003, datos inéditos).

Item	Sistema de alimentación		P< <sup>(1)</sup>
	CONTROL	BALANCEADO	
Leche (l/v/día)	27.2	29.1	*
Grasa (kg/v/día)	0.936	0.998	NS
Proteína (kg/v/d)	0.849	0.917	NS
Proteína (%)	3.12	3.15	NS
Grasa (%)	3.44	3.43	NS
Urea (%)	0.042	0.031	**

(1)\* (P< 0.10), \*\* (P<0.01); NS= no significativo.

Además, en este ensayo el 70% del tiempo (al menos durante 100 días de lactancia) las vacas estuvieron alimentadas en ambos tratamientos con la dieta de primavera, alta en pastura (+50%), por lo que cabe nuevamente hacer referencia al comentario de la baja eficiencia de uso del nitrógeno dietario en los sistemas pastoriles de alimentación (menor síntesis de proteína microbiana y mayores pérdidas bajo la forma de urea en orina y leche).

Sin embargo, a favor del balance de dietas, se debe considerar muy especialmente que en plena primavera, sobre los rebrotes tiernos de alfalfa, una vaca del tratamiento Control murió por timpanismo espumoso y otras 5 (cinco) fueron tratadas por este problema. En el tratamiento Balanceado ninguno de los animales tuvo inconvenientes.

Las vacas PRIMÍPARAS (n = 34) a su vez procedían de un experimento previo donde estos animales habían sido sometidos a dos (2) planos energéticos: ALTO n = 17 y BAJO, n = 17, desde la pubertad hasta el parto. Inmediatamente post-parto, la mitad de las vaquillonas de cada plano fueron asignadas al azar al tratamiento CONTROL y la otra mitad al tratamiento BALANCEADO. Los resultados se pueden apreciar en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Efecto del sistema de alimentación en vacas sometidas previamente a dos planos energéticos, sobre la producción y composición de la leche (Fandiño L., et al, 2003)

Ítems	Plano Pre-parto		Sistema Post-parto		Efectos Dieta		
	BAJO	ALTO	CONTROL	BALANCEADO	A	B	A*B
Leche (l/v/d)	23.1 <sup>a</sup>	25.4 <sup>b</sup>	22.9 <sup>a</sup>	25.5 <sup>b</sup>	0.0008	0.0004	0.0741
GB (%)	3.44 <sup>a</sup>	3.67 <sup>b</sup>	3.61 <sup>a</sup>	3.49 <sup>a</sup>	0.0112	0.1979	0.4208
PB (%)	3.10 <sup>a</sup>	3.07 <sup>a</sup>	3.04 <sup>a</sup>	3.14 <sup>b</sup>	0.4971	0.0110	0.8689
Urea (%)	0.035 <sup>a</sup>	0.034 <sup>a</sup>	0.041 <sup>a</sup>	0.028 <sup>b</sup>	0.7472	0.0001	0.3853

A: Efecto Pre-parto, B: Efecto Post-parto; A\*B: Interacción. Dentro de filas, letras distintas difieren (P < 0,05)

La producción y composición química de la leche fueron afectadas tanto por la historia nutricional previa (plano energético pre-parto) como por el balance de la dieta luego del parto.

Las vaquillonas consignadas como “plano pre-parto ALTO (Cuadro 4) habían sido además alimentadas previamente, durante el período post-puberal, con un nivel energético alto, en base a pastura de alfalfa + grano de maíz (dieta total de 1.53 Mcal/kg ENL), luego continuaron durante la transición (42 días alrededor del parto) y hasta los 90 días de lactancia con muy buenos niveles de alimentación (ENL 1.75 Mcal/kg y 17.1 % PB, en promedio), logrando producir +2.6 litros/vaca/día de leche, con una mayor concentración de proteína y un menor porcentaje de urea (columnas ALTO y BALANCEADO en la tabla 4), lo que sugiere un mejor uso del nitrógeno en estas dietas.

Se debe además consignar el elevado nivel promedio de producción alcanzado por estas vacas, de 24 l/v/d, tendencia que continuó durante el verano ya que las primíparas del tratamiento Balanceado terminaron la temporada estival con 23,5 litros/vaca/día en promedio.

## LAS RESPUESTAS AL BALANCE DE DIETA DURANTE EL VERANO

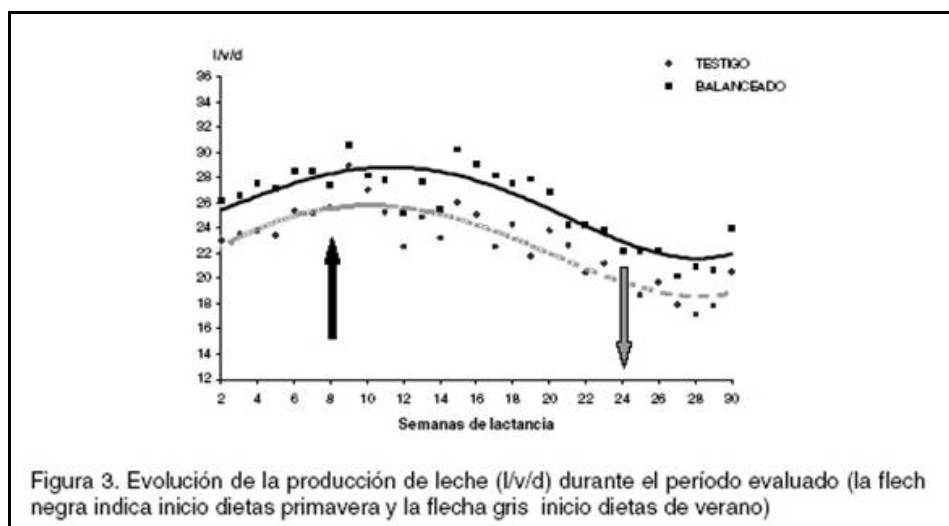
Al iniciar la temporada estival, sobre fines de diciembre todos los animales del ensayo (Control y Balanceadas, primíparas y múltiparas) continuaron en sus respectivos tratamientos. Las dietas fueron: tratamiento Control (pastura *ad lib* + 3 kg MS/v/d afrechillo de trigo); Balanceado: ídem pastura *ad lib* + un mix especial con 3.3 Mcal/kg de MS, 15% PB y 17% de lípidos) + heno, como fuente de fibra efectiva.

Los resultados mostraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) en producción de leche y % de GB, con + 3 l/v/d a favor del tratamiento Balanceado (22,3 vs.19.2 litros). La grasa butirosa fue de 3,41% vs.3.67% para Control y Balanceado, respectivamente.

En proteína las diferencias fueron también significativas, pero a menor nivel ( $P < 0.09$ ). El tratamiento control tuvo un promedio de 3.06% vs.3.12% para el Balanceado. Nuevamente se verificó durante el verano una concentración más baja de urea en leche en el tratamiento Balanceado.

## LA ESTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN Y LA COMPOSICIÓN DE LECHE EN EL TIEMPO

Uno de los objetivos de estos estudios es el de propender a lograr una cierta estabilidad productiva, independientemente de la época del año, en un sistema tan inestable como lo es el tipo pastoril.



En la Figura 3 se muestra la evolución de la producción individual de leche (promedio para primíparas y multíparas) durante el período evaluado (agosto a diciembre). Como se puede observar el tratamiento Balanceado no consiguió mejorar el patrón de las Control, el comportamiento de ambos grupos fue especular.

Nótese que durante las semanas 12 y 14 (octubre) en ambos grupos la producción cayó significativamente. Esto se debió al pastoreo de rebrotes muy tiernos de alfalfa (fuertes desbalances de las dietas). En este período hubo problemas de timpanismo, con la muerte de una vaca en el tratamiento CONTROL (en la Figura 3 este problema no se refleja ya que los promedios de producción fueron corregidos). No obstante, en ambos sistemas de alimentación los niveles productivos fueron relativamente altos y muy persistentes a lo largo de casi todo el período evaluado (tendencias en líneas curvas).

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Considerando ambos grupos de vacas, primíparas + multíparas, e incluyendo también el período de verano, desde el punto de vista económico las respuestas productivas del sistema de alimentación Balanceado implicarían la obtención de un beneficio marginal por vaca bastante interesante, del orden de los **0.58\$/vaca/día**, aún con un costo mucho mayor de la alimentación, de 41% más en el tratamiento balanceado.

Si estos beneficios marginales por vaca se extrapolan a un rodeo de 200 vacas en ordeño, durante toda una lactancia (305 días), representaría un **margen adicional de 35.380\$**, obviamente considerando sólo la producción de leche y sin tener en cuenta los beneficios en la eficiencia reproductiva, la cual fue significativamente superior (+19%) en términos de preñeces logradas, en el tratamiento Balanceado. A continuación se presentan los datos con que se efectuaron los análisis económicos (Cuadros 6 y 7).



Cuadro 6. Composición y costeo de las dietas promedio <sup>(1)</sup> para los dos tratamientos.

Dieta	Precio <sup>(2)</sup> (\$/kgMS)	Asignación de alimentos (M.S/v/d) <sup>(3)</sup>	
		CONTROL	BALANCEADO
Pastura de alfalfa	0,020	19	14
Heno de alfalfa	0,037	2,3	1,25
Silaje de maíz	0,072	2,5	2,1
Afr.Trigo	0,210	4,2	1,5
Gr.Maíz	0,230	-	4,2
Gr.Trigo	0,320	-	2,2
Sojilla	0,210	-	0,285
Expeller girasol	0,370	-	0,093
Harina pescado	0,95	-	0,029
Antiácido+monensina	0,55	-	0,200
Núcleo vit/Min.	1,40	-	0,0025
Precios dietas (\$vaca/día)		<b>1,53</b>	<b>2,59</b>

<sup>(1)</sup> Del total del período: 15% correspondió a dieta de "invierno" y 85% a dieta de "primavera-verano"

<sup>(2)</sup> Precios puestos en Rafaela (Santa Fe) a Abril de 2003

<sup>(3)</sup> Para pastura, heno y silajes se trata de cantidades ofrecidas, no consumidas

Cuadro 7. Producción diaria (primíparas +múltiparas) , precio recibido e ingreso día para los dos tratamientos durante el período experimental completo (agosto 2002-febrero 2003)

Itens	CONTROL	BALANCEADO
Producción l/v/día	22,5 <sup>(1)</sup>	25,8
% GB	3,45	3,50
% Proteína	3,09	3,18
Precio por litro de leche <sup>(2)</sup>	0,38	0,395
Ingreso \$/v/día	8,55	10,19
Costo \$/v/día	1,53	2,59
<b>Beneficio \$/v/día</b>	<b>7,02</b>	<b>7,60</b>

<sup>(1)</sup> Ajustado considerando la muerte de una vaca por el problema de timpanismo

<sup>(2)</sup> Precio a Abril de 2003, ajustado por los valores de GB y PT de cada tratamiento.

### 3.- CONSIDERACIONES FINALES

- ◆ La alimentación constituye una vía rápida y concreta no sólo para aumentar significativamente la producción y rendimientos de sólidos sino para cambiar su composición química
- ◆ Bajo condiciones de pastoreo, en lo que a la alimentación respecta, la tecnología más adecuada para aumentar los niveles de sólidos útiles sigue siendo la suplementación estratégica
- ◆ Sin embargo, en muchas ocasiones los resultados pueden no ser los esperados debido principalmente a la aplicación de prácticas con bases totalmente empíricas donde además se ejerce un escaso control de las variables a nivel de campo.
- ◆ La suplementación estratégica debe aplicarse siguiendo el concepto de "balance de dietas", el cual implica el ajuste de la alimentación en diferentes estaciones del año, principalmente de acuerdo a los excesos o déficit de nutrientes de la pastura cosechada por el animal y a las condiciones meteorológicas del ambiente.
- ◆ Los retornos económicos pueden ser muy favorables si la suplementación se aplica sobre bases científicas
- ◆ En cuanto a las estrategias para aumentar la concentración de proteína láctea, aún falta mucha información sobre los mecanismos metabólicos que regulan la transformación de las sustancias nitrogenadas (y su relación con la energía dietaria) de las pasturas en proteína láctea y por lo tanto, no es sencillo formular dietas para las condiciones de pastoreo que sean biológicamente eficientes a la vez que de bajo costo de formulación.

### BIBLIOGRAFÍA

- Castillo AR, Kebreab E, Beever DE and France J. 2000. A review of efficiency of nitrogen utilisation in dairy cows and its relationship with the environmental pollution. *J. Anim. Feed Scie* (9):1-32.
- Castillo, A. y Gallardo, M.R. 1995 "Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa. Concentrados y forrajes conservados. En: "La alfalfa en la Argentina". Ed. E.H. Hijano y A. Navarro. INTA. Subprograma Alfalfa.
- Chalupa, W.W. and Sniffen, J. 2000. "Balancing Rations for Milk Components". *Proceeding Nutrit. Univ. Alberta. Canadá. Chap.04.*
- Comeron, E.A.; Romero, L.A.; Bruno, O.A.; Gaggiotti, M.C.; Díaz, M.C. y Muset, G. 1995. Efecto del nivel de asignación de pasturas de alfalfa sobre la respuesta de vacas lecheras. 2. Producción y composición de la leche. *Rev. Arg. Prod. An.* Vol. 15 N°2: 627-629
- Convenio INTA-SANCOR CUL. 1995. "Composición química de la leche, con especial referencia a la fracción proteica y su relación con el manejo nutricional". Mimeo Informe Final Archivos INTA-EEA Rafaela y Dpto Producción Primaria de

- SANCOR CUL. 32 pag. CPM-Dairy.1998. Cornell Univ., Ithaca NY. Univ. Pennsylvania, Kennett square PA. W.H. Miner Agricultural Research Institute. Chazy. NY.
- Gallardo, M.; Castillo, A.; Castro, H. y Quaino, O. "Suministro de heno a vacas lecheras en pastoreo". 3. 1992 Producción y composición química de leche". Rev.Arg.Prod.Anim. Vol 12. No: 4.
- Gallardo, M.; Castro, H. y Quaino, O. 1994. "Suplementación con heno de alfalfa ó silaje de maíz a vacas lecheras en pastoreo de avena.". 2. Efectos de la oferta forrajera diaria sobre la producción y composición química de leche. Rev.Arg.Prod.Anim.Vol.14.Supl.1.
- Gallardo, M.; S.E.Valtorta; P.E.Leva; H.C.Castro and J.A.Maiztegui. 2001. Hydrogenated fish fat for grazing dairy cows in summer.Int. J. Biometeorol. 45:11-114.
- Gallardo, M.R.; Maiztegui, J.; Valtorta, S.; Paolella, M; Lorenzón, M. y Romano, G. 2000. "Efectos del suministro de Lasalocid a vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo de alfalfa. I Congreso Mundial de la Leche. Hoard's Dairyman. 24 al 26 de julio, Querétaro (México).
- Kennelly, J.J.; Glimm, D.R. and Ozimek, L. 1999. "Milk Composition in the Cow". Proceeding Cornell Nutrit.Conf. Cornell Univ., Ithaca. NY. p1.
- Romero L.A.; Comeron E.A.; Bruno, O.A. y Gaggiotti. 1992. El silaje de maíz como suplemento de vacas lecheras en pastoreo. Vº Congreso Nacional Maíz '92. II Reunión Suramericana (Pergamino. Argentina)
- Romero, L.A.; Aronna, M.S.; Comeron, E.A. y Quaino, O. 2002. "Evaluación del silaje de sorgo forrajero para la producción de leche". Rev. Arg. Prod. An. Vol. 22. Supl.1. 128
- Romero, L.A.; Comeron, E.A.; Bruno, O.A.; Gaggiotti, M.C. y Díaz, M.C. 1995. Sustitución de pasturas de alfalfa por henolaje empaquetado en la alimentación de vacas lecheras. Rev. Arg. Prod. An. Vol. 15 Nº2: 629-631
- Taverna, M. y otros. 2002. "Manual de referencia para el logro de calidd de leche". INTA Rafaela. 1ra Edición Abril 2002. 135 pp.
- Valtorta, S.E.; Gallardo, M.R.; Castro, H.C. y Castelli, M. C. 1996. "Artificial shade and supplementation effects on grazing dairy cows in Argentina". Transactions of the ASAE (American Society Agric. Eng.). Vol.39: 1. 233-236.

[Volver a: Leche y derivados](#)