

# Producción de Leche en Sistemas Pastoriles

- **Ing. Agr. E. A. Comerón,**  
INTA Rafaela
- **Ing. Agr. J. Baudracco,**  
Fac. Cs. As.  
Esperanza, UNL
- **Dr. N. López-Villalobos y Dr. C. W. Colmes,**  
Massey University,  
Nueva Zelanda
- **Ing. Agr. L. A. Romero,**  
INTA Rafaela

*El uso de la suplementación en sistemas pastoriles permite una mejor respuesta animal e incrementa la productividad. Así lo demuestra este informe que explica las interacciones entre la carga animal y la suplementación, entre los aspectos más importantes.*

- La producción de leche en Argentina se basa en las pasturas como principal fuente de alimento, como lo indica una actualizada y amplia encuesta del sector lechero, donde la dieta promedio anual de las vacas está compuesta por aproximadamente 72% de pasturas y verdes (consumidos en pastoreo), 11% de silaje y heno, y 17% de concentrados.

El costo más bajo de las pasturas respecto a los forrajes conservados y suplementos, y el precio relativamente bajo de la leche, determinan que la lechería en la Argentina se base en pasturas para ser rentable. Pero esto no descarta a los suplementos, cuando se utilizan adecuadamente en función de la respuesta en leche por kilo de alimento ofrecido y de los precios relativos.

La carga animal (CA), expresada tradicionalmente como la cantidad de vacas por hectárea, es la práctica de manejo con mayor influencia en la eficiencia de los sistemas de base pastoril.

En sistemas pastoriles de producción lechera, la cantidad de grasa y proteína (sólidos) de la leche es el principal producto vendido así como la tierra es el principal recurso. Por tanto, la cantidad de kilos de sólidos producidos por hectárea, es el parámetro más utilizado en el mundo, para expresar la eficiencia de sistemas lecheros pastoriles.

La producción de sólidos por hectárea resulta de la cantidad de pasturas producida y utilizada por hectárea, de la cantidad de suplementos suministrados y utilizados por hectárea, y de la eficiencia de conversión de los alimentos.

Cuando la CA es baja, las vacas son alimentadas sin limitaciones, y éstas pueden seleccionar la pastura y producir más sólidos por animal. Sin embargo, en estas circunstancias, una alta proporción de la pastura es desperdiciada y la producción de sólidos por hectárea es muy baja. En contraste, cuando las CA son altas, el porcentaje de utilización de la pastura es más alto y consecuentemente, la producción de



sólidos por hectárea es mayor. Sin embargo, si la producción de sólidos por vaca es más baja, los animales estarán más predispuestos a perder peso y requerirán más alimento por hectárea para mantener el incremento de CA.

El uso de suplementos en combinación con una alta CA podría balancear el objetivo dual de un adecuado nivel de alimentación, para lograr alta eficiencia de conversión y altos niveles de utilización de pasturas, alcanzando el objetivo global de optimizar el resultado económico del sistema.

**Carga animal**

La CA es reconocida como una de las herramientas de manejo más poderosa en sistemas pastoriles, porque determina la demanda de alimento por hectárea. Para una determinada producción anual de pastura, la CA determina la asignación por vaca, como promedio anual, e indirectamente la asignación diaria de pastura. Esto afecta fuertemente la productividad y rentabilidad del sistema.

Otros autores, utilizando vacas Holando del biotipo neocelandés, alimentadas exclusivamente con pasturas, compararon cinco sistemas de producción que solo diferían en la carga animal. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

A altas CA, la acumulación de MS y la utilización de pastura se incrementan, resultando en un aumento de la producción de sólidos por hectárea. Sin embargo, la performance por vaca se afecta a medida que la CA animal aumenta, reduciéndose la producción de sólidos por vaca y el PV (Tabla 1 y Figura) y también la duración de la lactancia (desde 296 hasta 222 días) y el PV (desde 489 hasta 448 kg). A muy bajas CA el sistema fue ineficiente debido al bajo porcentaje de utilización de pasturas, mientras que a muy altas CA, el sistema fue ineficiente debido a una baja eficiencia de conversión de alimentos en leche.

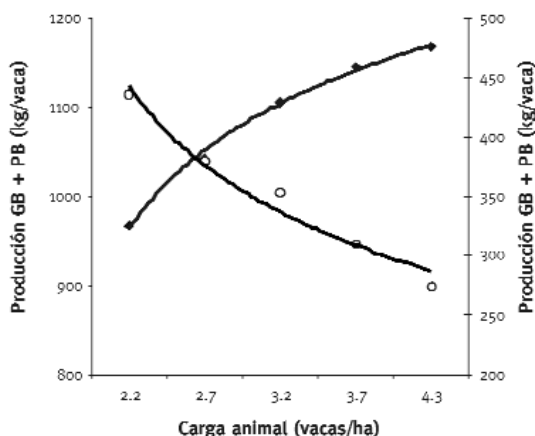
En la Argentina, se efectuó una síntesis de la información generada en el INTA Rafaela, por un grupo de investigadores, ya sea a partir de

● *Tabla 1. Efectos de la carga animal en un sistema exclusivamente pastoril como único alimento.*

Carga animalvacas (/ha)	2,2	2,7	3,2	3,7	4,2
Pastura consumida : tMS/ha	11,1	12,5	13,6	14,9	16,0
tMS/vaca	5,1	4,7	4,2	4,0	3,7
Requerim. Mantenimiento (tMS/ha)	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7
Utilización de Pastura (%)	64	70	72	81	81
Producción leche (kgsólidos/vaca)	435	380	353	309	274
Producción leche (kgsólidos/ha/año)	967	1043	1105	1145	1168
Eficiencia de conversión alimenticia (kgsólidos/tMS consumida)	86	83	81	77	73
Ingreso neto por hectárea (Valores relativos)	100	103	106	102	95

Nota: Vacas Holando-Frisio de 500 kg de peso vivo.

● *Figura 1. Efectos de la CA sobre la producción de sólidos por vaca (™) y por hectárea (ˆ) en sistemas con pasturas como único alimento.*



encuestas efectuadas a sistemas reales de producción (tambo "medio" y de "punta") como de algunos modelos productivo-comerciales, con varios años de evaluación, ("Roca" y "Mixto") y ensayos experimentales de una lactancia ("Holando" y "Jersey") conducidos en la estación experimental. A diferencia del trabajo anterior (Tabla 1), el que se presenta en la Tabla 2 analiza sistemas en los que se utilizó suplementación y donde varió tanto la carga como la producción individual.

Estos sistemas y modelos productivos presentados en la Tabla 2, que se consideran "pastoriles con suplementación estratégica" aunque utilizando dietas con diferentes relaciones de pasturas, forrajes conservados y concentrados, muestran distintas eficiencias productivas. Estas se deben, básicamente, a incrementos en la carga animal y la producción individual (expresadas en kilos de sólidos/vaca/día) con alguna influencia adicional del efecto racial (cruzas o razas puras). Podemos observar además la importante brecha de eficiencia productiva existente entre la población de tambos comerciales y las diferentes propuestas de transferencia e investigación del INTA.

La producción de sólidos por hectárea se incrementa a medida que la CA también lo hace. En consecuencia, los costos también se incrementan con la CA, debido a que cada vaca extra requiere gastos extra en mano de obra, sanidad, y alimentación, entre otros.

Para el caso mostrado en la Tabla 1 y la Figura, se observa que a menores CA, el efecto de la baja utilización de la pastura fue más importante que el beneficio de una mayor producción de sólidos por vaca. A mayores CA, el beneficio de una mayor utilización de pastura y mayor producción de sólidos por hectárea, no fue suficiente para compensar la disminución en la eficiencia de conversión alimenticia y el costo de mantener más vacas.

En el trabajo de síntesis presentado en la Tabla 2, se constata que a medida que aumenta la carga animal y la producción individual, se incrementa el ingreso neto por hectárea. Como lo muestran los resultados presentados en la Tabla 2, en términos relativos y tomando al tambo de "punta" con el valor de referencia (100), el tambo "medio" baja a 60, mientras que los modelos productivos del INTA, "Roca" y "Mixto", obtienen valores de 160 y 200, respectivamente. Finalmente el ensayo "Holando" alcanza un valor relativo de ingreso neto que supera a todos estos (220) mientras que el "Jersey" permitió alcanzar la cifra más elevada (275) como consecuencia también de un mejor precio unitario de la leche (mayores bonificaciones obtenidas por las mayores concentraciones de grasa y especialmente, proteína de la leche).

**La suplementación**

En este documento, el término suplemento se refiere a alimentos concentrados y forrajes conservados, ya sean producidos en el campo o comprados.

La inclusión de suplementos en los sistemas lecheros afecta el consumo de pastura, y consecuentemente, en la productividad y rentabilidad del sistema.

Como fue discutido anteriormente, bajas CA permiten altas producciones de leche por vaca, pero conducen a un alto remanente de pasturas después del pastoreo, la que generalmente es desaprovechada, mientras que altas CA conducen a bajas producciones de leche por vaca. Así, la CA crea un conflicto entre producción por vaca y producción por hectárea.

Los suplementos, suministrados durante periodos de déficit de pasturas pueden, potencialmente, permitir que se logre el doble objetivo de mantener buena performance individual (vacas productivas y sanas) y a su vez permitir que las pastu-

● Tabla 2. Análisis comparativos de sistemas comerciales y modelos productivos de tambo.

	Tambo "medio"	Tambos "Punta"	INTA "Roca"	INTA "Mixto"	Ensayo "Holando"	Ensayo "Jersey"
Carga (VT/ha VT/año)	1,26	1,46	1,65	1,90	2,21	2,94
Litros/vaca /día	14,7	18,1	23,9	21,7	25,6	18,4
Kg sólidos/vaca/día	0,975	1,233	1,604	1,517	1,687	1,582
Litros/ha VT/año	5,560	7930	11.830	12.370	16,970	16.230
Kilos sólidos/ha VT/año	370	540	795	865	1.120	1.395
Ingreso Neto por hectárea (Valores relativos)	60	100	160	200	220	275

Nota: El Modelo "Mixto" posee un rodeo compuesto por vacas Holando y cruzas Holando x Jersey. El ensayo "Jersey" se realizó con vacas de esa raza. El resto utilizó vacas Holando exclusivamente. VT : Vaca total (en ordeño y secas)



ras sean utilizadas con buena eficiencia de cosecha.

Más aun, las vacas con alto potencial genético para producción de leche no pueden expresarlo cuando son alimentadas solamente con pasturas. Estos sistemas pueden limitar el consumo de vacas Holstein-Friesian en un 20%, debido a una combinación de menores tasas de consumo en pastoreo y mayores tasas de digestión ruminal. Estas limitaciones físicas del consumo se pueden reducir incrementando la concentración energética de la dieta, a través del uso de suplementos concentrados.

El incremento en producción de leche, que ocurre durante el periodo de alimentación con suplementos, es conocido como el efecto inmediato; mientras que el que describe la producción de leche extra, durante el periodo posterior a la suplementación se denomina, efecto residual.

En teoría, si toda la energía metabolizable (EM) extra consumida es absorbida por la ubre y convertida en leche, un kg de sólidos (GB + PB), equivalente a 14,3 litros de leche con 3,3% PB y 3,7% GB, sería producido a partir de un consumo aproximado de 16,4 Mcal EM para una vaca Holstein de 500 Kg PV. De esta manera, a partir de 1 kg MS de un suplemento con 2,9 Mcal EM/kg MS se producirían 177 g de sólidos ( $2,9/16,4 = 0,177$ ) o sea 2,5 litros de leche. Esta es la máxima respuesta posible a partir del suministro de alimento extra, asumiendo que todo el suplemento es consumido y toda la energía es convertida en leche, sin sustitución de pastura.

Sin embargo, en la práctica, las respuestas son siempre menores que el máximo teórico posible, debido a que el consumo de suplementos, generalmente, causa una disminución en el consumo de pastura (sustitución), algún aumento en PV y

si se incluyen más vacas, un incremento en los costos de mantenimiento.

Según otros autores, cuando la asignación de pastura es restringida, el uso de suplementos generalmente resulta en un efecto inmediato de 0,5 kg leche/kg MS concentrado (aproximadamente 41 g sólidos/kg MS) y un efecto residual estimado de aproximadamente 0,5 kg leche/kg MS de concentrado suministrado. En concordancia con estos resultados, en una revisión de experimentos de suplementación en sistemas pastoriles, se ha reportado que la producción de leche aumentó linealmente a medida que la cantidad de concentrado se aumentó de 1,2 a 10 kg MS/vaca/día, con una respuesta total de 1 kg de leche/Kg de concentrado ingerido.

También se sintetizaron algunos de los pocos estudios que han sido realizados en sistemas pastoriles sobre la respuesta a suplementos en la lactancia completa. Los resultados obtenidos promediaron los 78 g sólidos/kg MS (aproximadamente 1 litro de leche/kg MS), con una mayor concentración de valores entre 70 y 100 g sólidos/kg MS de suplemento (aproximadamente entre 0,8 y 1,3 litros de leche/kg MS).

En pasturas de alfalfa se observó una mayor eficiencia de la suplementación cuando el concentrado fue maíz (0,930 litros/kg MS) respecto al sorgo y al afrechillo de trigo (0,650 y 0,439 l/kg, respectivamente).

Es así como las respuestas en producción de leche a la alimentación con suplementos son altamente variables debido a que dependen de un amplio número de factores, tanto de los alimentos como de los animales. Una vez que las pérdidas físicas de la suplementación son descontadas, la respuesta a los suplementos depende básicamente de aquellos factores que afectan la tasa de sustitución y de aquellos que afectan la partición de energía hacia síntesis de leche o ganancia de peso (potencial genético, estado de la lactancia, condición corporal).

En un sistema pastoril intensivo eficiente, el efecto de sustitución debería ser usado deliberadamente para disminuir el consumo de pasturas en periodos de déficit de éstas, suministrando suplementos para mantener el nivel de alimentación de las vacas. Si ese es el caso, la sustitución es manejada por el productor y no por la vaca. Se ha reportado que el factor que ejerce la mayor influencia en la respuesta marginal a suplementos es el déficit alimentario relativo de la vaca, definido como la reducción en la producción de sólidos (relativo al potencial) que ocurre a medida que se imponen restricciones en la asignación de pastura. Dado que la energía es

usualmente el nutriente limitante en sistemas lecheros pastoriles de regiones templadas, el déficit alimentario relativo puede también expresarse como déficit energético relativo, el cual expresa la cantidad de energía consumida por una vaca en relación a su demanda. Entonces, el déficit energético relativo se incrementa a medida que aumenta la demanda de energía o disminuye la energía. Otros investigadores han propuesto como indicadores del déficit alimentario relativo a la producción de sólidos como porcentaje del PV y a la condición corporal.

A medida que la asignación diaria de pastura se incrementa, el consumo de pastura aumenta y la respuesta a la suplementación tiende a disminuir. Esto es el resultado de una mayor tasa de sustitución y probablemente una mayor proporción de la energía de los suplementos destinada a peso vivo, dependiendo del mérito genético.

Otros autores, en una revisión de los efectos de la suplementación sobre el consumo de pasturas de vacas lecheras en pastoreo, estratificaron los tratamientos de los ensayos analizados en baja y alta asignación de pastura (<25 y >25 Kg MS/vaca/día, respectivamente). Así, se encontró que la tasa de sustitución promedio fue de 0,20 y 0,62 kg pastura/kg de concentrado a baja y alta asignación de pastura, respectivamente.

Finalmente cabe indicar que, cuanto mayor sea el valor nutritivo de la pastura, más baja será la respuesta en leche a la alimentación con suplemento.

A medida que se incrementa el uso de suplementos en sistemas pastoriles lecheros, una proporción decreciente de la energía extra consumida es particionada hacia producción de leche y una proporción creciente es particionada hacia reservas corporales. Entonces, a medida que el nivel de suplementación se incrementa, la respuesta marginal en producción de leche disminuye.

Las vacas en pastoreo muestran generalmente mayores tasas de sustitución cuando son suplementadas con forrajes voluminosos que cuando son suplementadas con concentrados. Esto ocurre principalmente en situaciones de alta asignación de pasturas.

**Efectos combinados de alta carga animal y suplementación.**

**Interacciones**

El uso de suplementos puede, paradójicamente, incrementar la eficiencia de utilización de la pastura en el sistema, dado que permite incrementar la presión sobre las pasturas a partir de un

aumento de la carga animal. En el caso de cargas animales más altas se incrementa la demanda de alimentos, lo que hace aumentar la eficiencia de utilización de las pasturas en periodos de rápido crecimiento, principalmente en primavera, mientras que los suplementos pueden ser suministrados para evitar una subalimentación, especialmente en periodos de un lento crecimiento de las pasturas.

Existen trabajos en Nueva Zelanda y Australia que demuestran incrementos del resultado económico a medida que aumentan tanto la carga animal como la suplementación.

En la Argentina también se verifica esta respuesta. Retomando lo presentado en la Tabla 2, la cantidad de concentrado se incrementa a medida que aumenta la intensificación de los sistemas o modelos (ver carga animal), pasando de una dieta anual media de relación forraje: concentrado entre 85:15 hasta 60:40.

Un estudio evaluó la combinación entre carga animal y producción por vaca más rentable para lograr una misma y alta productividad (9.050 litros de leche/ha vaca total/año). Los resultados se presentan en la Tabla 3.

● *Tabla 3. Evaluación de tres alternativas de intensificación (carga y producción individual) para obtener la misma productividad por ha.*

	Sistema A	Sistema B	Sistema C
Carga animal (vacas/ha)	2,0	1,6	1,2
Utilización de pastura (%)	75	70	60
Concentrado (kg/vaca/d)	3,0	4,4	7,0
Producción leche (l/v aca/d)	16,0	20,0	26,4
Productividad (litros/haVT/año)	9.050	9.050	9.050
Ingreso Neto (\$US/ha/año)	455	438	281
Rentabilidad (%)	10,3	9,8	6,1

*Nota. La producción de pastura fue de 12 t MS/ha/año y el PV de las vacas de 550 kg.*

Los resultados de este estudio sugieren que el ingreso neto y la rentabilidad más altas por hectárea se lograrían en el sistema A que combina CA alta y el menor nivel de producción por vaca. Sin embargo, la proximidad de los resultados logrados en el Sistema B (incrementos moderados de CA y producción individual) no permiten ser tan concluyentes.

Un análisis reciente indica que para los tambos argentinos definidos como "sistemas pastoriles con suplementación estratégica y diferencial" y para una relación de precios histórica determinada, la mayor eficiencia económica sustentable en el tiempo, se lograría con productividades de alrededor de 12.000 litros de leche/ha vaca total/año que se obtienen con producciones entre

6.500 y 7.000 litros/lactancia de 300 días y una carga animal de alrededor 1,7 a 1,8 vacas totales/ha vaca total/año. En ese sentido, los resultados logrados por diferentes unidades demostrativas lecheras del INTA Rafaela que funcionaron en las décadas del 80 y el 90, y especialmente los que están obteniendo los modelos comerciales "Roca" y "Mixto" confirmarían la conclusión de este análisis más actualizado.

Los experimentos y conclusiones comentados y discutidos en los párrafos anteriores muestran que incrementando simultáneamente la CA y la suplementación se puede mejorar la performance del sistema lechero.

La ventaja teórica, en términos de resultado económico por hectárea, de incrementar simultáneamente la CA y el nivel de suplementación podrá ser aprovechada en la práctica solo si el alimento extra es bien integrado con la oferta de pastura y la demanda alimenticia del rodeo. Más aun, los sistemas de altos insumos (i.e. con alta suplementación) son más sensibles a los cambios en los precios de la leche, de los insumos y de los costos de capital. Por tanto, se requiere un manejo eficiente para aprovechar los potenciales beneficios de sistemas con alta CA y alta suplementación exógena.

### Conclusiones

El consumo de MS por vaca y por hectárea esta

fuertemente asociado a la productividad y al resultado económico del sistema lechero. La asignación de pastura es el factor que más influencia tiene sobre el consumo de MS y la utilización de la pastura. La CA determina la asignación de pastura promedio del año, y por eso es que ella afecta fuertemente la productividad y el resultado económico de los sistemas lecheros.

La respuesta en leche a la suplementación es altamente variable. Los mecanismos que explican dicha variabilidad son la partición de energía en el animal y la tasa de sustitución. Respuestas de aproximadamente 0,8 a 1,3 litros de leche por kg de suplemento fueron reportadas en ensayos de lactancia completa, con vacas de alto mérito genético y con una carga animal relativamente alta.

El déficit alimentario relativo (consumo de alimentos de una vaca en relación a su demanda) afecta la partición de energía en el animal y la tasa de sustitución, por lo tanto, es un factor de alto impacto en la respuesta a los suplementos. Existen numerosos estudios que demuestran que los sistemas lecheros de base pastoril, con alta carga animal (lo cual genera alto déficit alimentario relativo) y con producciones moderadas por vaca, muestran alta respuesta a la suplementación, permiten mantener una buena respuesta productiva y reproductiva, y alcanzan los mayores resultados económicos por hectárea. ■

### Bibliografía

- Bargo, F., Muller, L. D., Kolver, E. S., Delahoy, J. E. (2003). *Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture*. *J. Dairy Sci.*, 86(1), 1-42.
- Castillo, A. y Quaino, O (1994). *Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa (comunicación)*. *Rev.Arg.Prod.Animal*. Vol.14, Sup. 1, pag 32-33.
- Comerón, E. A., Schilder, E. (1997). *Intensificación de la producción de leche: análisis de alternativas para alcanzar altas productividades*. *Revista Argentina de Producción Animal*, 17(3), 293-300.
- Hedley, P., Kolver, E. S., Glassey, C., Thorrold, B., Van Bystereidt, A., Roche, J. F., et al. (2006). *Achieving high performance from a range of farm systems*. *Dairy3 Conference, Massey University and Dexcel*, 147-166.
- Holmes, C. W., Roche, J. F. (2007). *Pasture and supplements in New Zealand Dairy Production Systems*. In: *Pastures and Supplements for grazing animals Occ. Pub. No 14*. *New Zealand Society of Animal Production, Hamilton*. In Press.
- Holmes, C. W., Wilson, G. F., Mackenzie, D. D. S., Flux, D. S., Brookes, I. M., Davey, A. W. F. (2002). *Milk production from pasture (3rd ed.)*. *Butterworths of New Zealand Ltd., Wellington, New Zealand*.
- Kolver, E. S. (2003). *Nutritional limitations to increased production on pasture-based systems*. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(2), 291-300.
- Kolver, E. S., Roche, J. F., Burke, C. R., Aspin, P. W. (2005). *Influence of dairy cow genotype on milksolids, body condition and reproduction response to concentrate supplementation*. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production*, 65, 46-52.
- Macdonald, K. A. (1999). *Determining how to make inputs increase your economic farm surplus*. *Proceedings of the Ruakura dairy Farmers' Conference*, 51, 78 - 87.
- Macdonald, K. A., Penno, J. W., Nicholas, P. K., Lile, J. A., Coulter, M., Lancaster, J. A. S. (2001). *Farm systems - impact of stocking rate on dairy farm efficiency*. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 63, 223-227.
- Penno, J. W. (2002). *The response by grazing dairy cows to supplementary feeds*. *Unpublished PhD, Massey University, Palmerston North, Palmerston North, New Zealand*.

\* Lista completa de referencias disponible por demanda.